D. 852

# MEMOIRES

DE LA

# SOCIÉTÉ DES SCIENCES

## NATURELLES

## DE CHERBOURG

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

M. LE Dr. AUGte LE JOLIS,

ARCHIVISTE-PERPÉTUEL DE LA SOCIÉTÉ.

TOME XV.

(DEUXIÈME SÉRIE. — TOME V.)

PARIS

J. B. BAILLIÈRE ET FILS, LIBRAIRES, RUE HAUTEFEUILLE, 19.

CHERBOURG,

BEDELFONTAINE ET SYFFERT, IMPR., RUE NAPOLÉON, 1.

1870.

Fo 14 Gn

# MÉMOIRES

DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

# DES SCIENCES NATURELLES

DE CHERBOURG

S. 8.5 2.

# MEMOIRES

DE LA

# SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

# DES SCIENCES NATURELLES

# DE CHERBOURG

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE
M. LE Dr. AUGte LE JOLIS,
ARCHIVISTE-PERPÉTUEL DE LA SOCIÉTÉ.

TOME XV.

(DEUXIÈME SÉRIE. — TOME V.)

PARIS

J. B. BAILLIÈRE ET FILS, LIBRAIRES, RUE HAUTEFEUILLE, 19.

CHERBOURG

BEDELFONTAINE ET SYFFERT, IMPR., RUE NAPOLÉON, 1.

1869-70.

NATURAL HISTORY.

# ETUDE

SUR

# LA HOULE ET LE ROULIS

Lorsque j'ai présenté ce mémoire à la Société Impériale des sciences naturelles de Cherbourg, je regardais comme entièrement nouveaux les résultats que j'avais obtenus sur le mouvement des vagues, aussi bien que les conséquences que j'en avais déduites pour le roulis. Aucun ouvrage antérieur ne m'avait tracé la voie, ou fait deviner le but ; les données contenues dans les cours inédits de M. Reech, qui sont, en France, l'œuvre la plus complète sur ces matières, se bornent à cette simple indication que la houle paraît engendrée par un double mouvement oscillatoire de l'eau, mais que la courbe décrite par les molécules est inconnue, ainsi que la position relative des molécules qui donne aux vagues leur profil ; M. Froude, dans son mémoire lu en 1861 à la Société des Ingénieurs d'Angleterre (1), indique la cycloïde comme forme probable des vagues ; mais c'est pour lui un simple fait d'observation qu'il affirme sans preuve, en même temps qu'un prétendu parallélisme des surfaces de niveau dans la mer agitée.

Des recherches plus récentes me permettent mainte-

(1) MM. Villaret et Daymard, Ingénieurs des Constructions navales, ont traduit ce mémoire ; tous ceux qui s'occupent de la question du roulis trouveraient un grand intérêt à la publication de leur travail.

nant de citer une ancienne théorie des vagues, *Theorie der Wellen*, de Frantz ~~Gernster~~ Gerstner, Prague 1804, adoptée par quelques auteurs anglais, et indiquée dans le traité d'architecture navale de M. J. Scott Russell (p. 200 à la note), d'après laquelle le mouvement de l'eau et la forme des diverses couches liquides sont précisément tels que je les ai obtenus : mais les formules qui expriment la durée d'oscillation et la vitesse de propagation en fonction de la hauteur de la lame, et non en fonction de sa longueur, sont en complet désaccord avec les lois que j'ai établies, et me paraît indiquer dans la théorie de ~~Gernster~~ Gerstner une erreur fondamentale (1); du reste, M. Scott Russell, en donnant les formules de la durée et de la vitesse de propagation, fait remarquer aussitôt qu'elles sont contredites par l'expérience.

M. Reech a récemment donné, dans une note présentée à l'Institut (séance du 9 mai 1869), les vraies équations générales du mouvement des molécules d'eau dans la houle ; toutefois il n'a fait connaître, à en juger par le Compte-rendu hebdomadaire, ni la méthode qu'il a employée ni la démonstration des lois qu'il a découvertes.

C'est dans ces conditions, et en rendant tout d'abord un respectueux hommage au savant directeur de l'Ecole du Génie maritime pour la priorité qui lui appartient, que je publie mon propre travail sur la houle, dont l'étude est d'ailleurs indispensable pour l'intelligence des observations sur le roulis qui en sont la suite.

(1) La durée du passage de la houle d'après ~~Gernster~~ Gerstner serait :

$$T = \pi \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$2h$. étant le diam. du cercle générateur de la cycloïde, ou hauteur des lames. (Voir le traité de M. J. Scott Russel.)

# I

1. — La houle de la mer est produite par un mouvement oscillatoire des molécules liquides sans aucun déplacement de ces molécules; je me propose d'étudier toutes les conditions que doit remplir un mouvement de ce genre d'après les propriétés des liquides et les lois de l'hydrodynamique; je suppose la masse liquide indéfinie dans le sens de la profondeur et dans le sens de la propagation de la houle.

2. — En vertu de l'incompressibilité des liquides, et aussi en raison de la position des molécules sur des surfaces de niveau inclinées alternativement dans un sens et dans l'autre, le mouvement oscillatoire vertical de l'eau est nécessairement accompagné d'un mouvement oscillatoire horizontal d'une période de durée égale, et chaque molécule décrit ainsi une courbe fermée. Pour avoir la position relative de tous les points dont les centres d'oscillation sont sur la ligne OX, au moment où le sommet de la vague passe en B, il suffit de prendre
g. 1. sur la courbe décrite par chaque point un arc B'A'M', compté à partir du sommet et égal à l'arc parcouru dans le temps que la houle a mis à se propager de O' en O : on voit ainsi, que tous ces points se trouvent sur la courbe qu'on obtiendrait en composant le mouvement absolu de l'un d'eux avec le mouvement de propagation de la houle pris en sens contraire, c'est-à-dire sur la courbe du mouvement relatif de l'un d'eux par rapport à la houle. Cette courbe représente dans la houle la position d'une couche qui était horizontale dans le liquide au repos.

3. — Supposons tracée la série de ces courbes MN M′ N′, etc., qui représentent les couches d'eau primitivement horizontales, et joignons ensemble les positions P, P′, P″ qu'occuperaient à un même instant les points qui peuvent être considérés comme engendrant les courbes MN : tous les points P, P′, P″ représentent des molécules d'eau qui ont leur centre sur une même verticale, et la courbe P′ P′ P″ représente la forme, dans la houle, d'une couche d'eau verticale à l'état de repos.

Fig. 2.

4. — Les conditions auxquelles le mouvement oscillatoire ainsi défini doit satisfaire sont les deux suivantes :

1° Une petite surface *abcd* comprise entre deux couches horizontales et deux couches verticales doit rester constante pendant tout le mouvement.

2° La surface supérieure du liquide doit être une surface de niveau (1).

Fig. 3.

5. — Soient $\alpha$, $\beta$ les coordonnées d'une molécule par rapport à deux axes de coordonnées passant par son centre d'oscillation : soient $a$ et $b$ les amplitudes des deux mouvements d'oscillation, T la durée de l'oscillation et un coefficient égal à $\frac{\pi}{T}$.

Les équations du mouvement sont

$$(1) \qquad \begin{aligned} \alpha &= -a \sin \varepsilon t \\ \beta &= b \cos \varepsilon t \end{aligned}$$

(1) J'ai obtenu les lois du mouvement de la houle par les seules conditions de l'équilibre hydrostatique en supposant que les surfaces horizontales restaient surfaces de niveau, avant de trouver la vérification exacte de ces lois par la 1re condition, celle de l'invariabilité des volumes.

6. — Considérons maintenant la molécule comme se mouvant par rapport à la houle avec la vitesse de propagation prise en sens contraire : prenons pour axes de coordonnées la ligne des centres d'oscillation de la surface et une verticale passant par le sommet de la houle. L'abscisse du centre d'oscillation de la molécule en mouvement est $Ut$, soit $z$ son ordonnée.

Dans ce mouvement, les équations de la trajectoire

$$x = Ut + \alpha$$
$$y = \beta - z$$

sont les équations générales des couches horizontales. En remplaçant $\alpha$ et $\beta$ par leur valeur, ces équations deviennent :

$$x = Ut - a \sin \varepsilon t \qquad (2)$$
$$y = b \cos \varepsilon t - z$$

$a$ et $b$ étant des fonctions de $z$ encore inconnues.

Les équations (2) donnent les coordonnées d'un point quelconque du liquide en fonction des deux variables $z$ et $t$ : si on prend $t$ pour seule variable, $z$ restant constant, ces équations représentent une couche horizontale; si au contraire on prend $z$ comme seule variable, elles représentent une couche verticale.

Si on voulait avoir les équations générales du mouvement d'une molécule quelconque dont le centre d'oscillation aurait pour coordonnées $z$ et $\zeta$, il suffirait d'ajouter $z$ et $\zeta$ aux valeurs de $\alpha$ et de $\beta$ des équations (1) et de remplacer $t$ par $t - \frac{\zeta}{U}$ : ces équations présenteraient moins d'intérêt que les équations générales des couches liquides que nous étudions.

7. — Soit $d\sigma$ la petite surface $abcd$, comprise entre deux

Fig. 3.

couches horizontales et deux couches verticales, qui doit être constante; soient $ds$ et $ds'$ les deux arcs $ab$ et $ac$; soit enfin $\gamma$ l'angle PMT des couches verticales avec les couches horizontales. On a :

$$d\sigma = ds\ ds' \sin\gamma$$

$$ds^2 = dt^2 \left(\frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dy^2}{dt^2}\right)$$

$$ds'^2 = dz^2 \left(\frac{dx^2}{dz^2} + \frac{dy^2}{dz^2}\right)$$

$$\gamma = \omega + 0$$

$$\operatorname{tang}\omega = \frac{\frac{dy}{dz}}{\frac{dx}{dz}} \qquad \operatorname{tang} 0 = \frac{\frac{dy}{dt}}{\frac{dx}{dt}}$$

$$\frac{dx}{dz} = -\sin\varepsilon t \frac{da}{dz} \qquad \frac{dx}{dt} = U - a\varepsilon\cos\varepsilon t$$

$$\frac{dy}{dz} = \cos\varepsilon t \frac{db}{dz} - 1 \qquad \frac{dy}{dt} = -b\varepsilon\sin\varepsilon t$$

En substituant ces valeurs et en effectuant les calculs on obtient pour $d\sigma^2$ la valeur suivante :

$$(3)\quad d\sigma^2 = \begin{cases} \dfrac{dz^2\,dt^2[U^2 + a^2\varepsilon^2\cos^2\varepsilon t + b^2\varepsilon^2\sin^2\varepsilon t - 2Ua\varepsilon\cos\varepsilon t] \times \left[\right.}{\left[\sin\varepsilon t\dfrac{da}{dz}(U - a\varepsilon\cos\varepsilon t) - b\varepsilon\sin\varepsilon t\,(1 - \cos\varepsilon t\dfrac{db}{dz})\right]^2 + \left[\right.} \\ \times\left[\sin^2\varepsilon t\dfrac{da^2}{dz^2} + \cos^2\varepsilon t\dfrac{db^2}{dz^2} + 1 - 2\cos\varepsilon t\ \dfrac{db}{dz}\right] \times \left[\right. \\ \hline + \left[b\varepsilon\sin^2\varepsilon t\dfrac{da}{dz} + (U - a\varepsilon\cos\varepsilon t)\left(1 - \cos\varepsilon t\dfrac{db}{dz}\right)\right]^2 \\ \times\left[b\varepsilon\sin^2\varepsilon t\dfrac{da}{dz} + (U - a\varepsilon\cos\varepsilon t)\left(1 - \cos\varepsilon t\dfrac{db}{dz}\right)\right]^2 \end{cases}$$

telle est la valeur $d\sigma$ qui doit être indépendante de $t$ pour que chaque petit volume de liquide reste constant dans le mouvement.

En faisant $\varepsilon t = 0 \ldots\ldots = 2\pi \ldots\ldots = 2n\pi \ldots\ldots$

$$\text{on a} \begin{cases} \sin \varepsilon t = 0 \\ \cos \varepsilon t = 1 \end{cases}$$

$$d\sigma_1 = dt\,dz(\mathrm{U} = a\varepsilon)\left(1 - \frac{d.b}{d.z}\right)$$

En faisant $\varepsilon t = \pi \ldots\ldots = 3\pi \ldots\ldots = (2n+1)\pi$

$$\text{on a} \begin{cases} \sin \varepsilon t = 0 \\ \cos \varepsilon t = -1 \end{cases}$$

$$d\sigma_2 = dt\,dz\,(\mathrm{U} + a\varepsilon)\left(1 + \frac{db}{dz}\right)$$

En posant $d\sigma_1 = d\sigma_2$ on obtient entre les paramètres variables la relation :

$$\text{(A)} \qquad \mathrm{U}\frac{db}{dz} + a\varepsilon = 0$$

En cherchant une autre relation à l'aide de la valeur de $d\sigma$ donnée par l'équation (3), on tombe dans des calculs impraticables : si, par exemple, on calcule la valeur de $d\sigma$ pour $\varepsilon t = n\frac{\pi}{2}$ et qu'on l'égale à $d\sigma_1$, ou à $d\sigma_2$ et qu'ensuite on élimine $a$ à l'aide de l'équation (A), on obtient bien une équation en $b$, mais il est tout-à-fait impossible de l'intégrer. On ne peut non plus rien obtenir en chassant le dénominateur dans l'équation (3), remplaçant $\sin^2 \varepsilon t$ par $1 - \cos^2 \varepsilon t$ et égalant à 0 les coefficients des différentes puissances de $\cos \varepsilon t$, car cela

conduit à des équations du 8e degré d'une complication inadmissible.

Il faut donc se contenter d'avoir obtenu la relation (A), en se rappelant qu'il faudra vérifier plus tard la condition de la constance des volumes, lorsqu'on aura trouvé les lois du mouvement à l'aide de la relation (A).

8. — La seconde condition est que la surface supérieure du liquide soit une surface de niveau, normale en chaque point à la résultante des pressions sur une parcelle du liquide.

Remarquons de suite que cette condition exprime que le mouvement des molécules de la surface est celui de petits flotteurs qui oscilleraient sur la surface de la houle sous la seule action de la pesanteur.

Soit F $dm$ la résultante des pressions sur une parcelle liquide de masse $dm$, et soient X $dm$ et Y $dm$, les deux composantes de la force F $dm$. La résultante de la force F $dm$ et du poids G $dm$ est une force dont les deux composantes sont $\frac{d^2x}{dt^2}\,dm$ et $\frac{d^2y}{dt^2}\,dm$ ; on a donc :

$$(4)\qquad \begin{aligned} X.\,dm &= \frac{d^2x}{dt^2}\,dm \\ Y.\,dm &= g\,dm + \frac{d^2y}{dt^2}\,dm \end{aligned}$$

équations que l'on peut regarder comme exprimant que F $dm$ est égal et contraire à la résultante du poids G $dm$ et de la force d'inertie supposée appliquée sur la parcelle liquide.

On a

$$\frac{d^2x}{dt^2} = a\,\varepsilon^2 \sin \varepsilon t$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\,b\,\varepsilon^2 \cos \varepsilon t$$

donc

$$\frac{Y\,dm}{X\,dm} = \frac{g - b\,\varepsilon^2 \cos \varepsilon t}{a\,\varepsilon^2 \sin \varepsilon t}$$

on a aussi

$$\frac{dy}{dx} = \frac{b\,\varepsilon \sin \varepsilon t}{a\,\varepsilon \cos \varepsilon t - \mathrm{U}}$$

La condition pour que F $dm$ soit perpendiculaire à la surface du liquide est :

$$\frac{g - b\,\varepsilon^2 \cos \varepsilon t}{a\,\varepsilon^2 \sin \varepsilon t} \times \frac{b\,\varepsilon \sin \varepsilon t}{a\,\varepsilon \cos \varepsilon t - \mathrm{U}} = -1$$

quel que soit $t$.

On trouve deux solutions :

1°. $\varepsilon = 0$. C'est le cas de repos du liquide.

2°. $\cos \varepsilon t\,(a^2 - b^2) + bg - a\,\varepsilon\,\mathrm{U} = 0$

c'est-à-dire,

(B) $\qquad a = b$

(C) $\qquad \mathrm{U}\,\varepsilon = g$

C'est le cas de la houle.

La surface supérieure est une cycloïde.

8.— Je ferai observer ici que, si on cherchait à exprimer les lois du mouvement vibratoire des molécules par les équations générales,

$$y = a \cos^m \varepsilon t$$
$$x = b \sin^n \varepsilon t$$

on serait conduit à avoir, au lieu de la relation

$$\cos \varepsilon t\,(a^2 - b^2) + by - a\,\varepsilon\,\mathrm{U} = 0$$

la relation :

$$0 = \left\{ \begin{array}{l} -gm\,a\,\varepsilon \cos^{m-1} \varepsilon t \sin \varepsilon t - m^{2}(m-1)\,a^{2}\varepsilon^{3} \cos^{2m-3} \varepsilon t \sin^{3} \varepsilon t \\ + m^{2}\,a^{2}\varepsilon^{3} \cos^{2m-1} \varepsilon t \sin \varepsilon t + n^{2}(n-1)\,b^{2}\varepsilon^{3} \sin^{2n-3} \varepsilon t \cos^{3} \varepsilon t \\ - n^{2}\,b^{2}\varepsilon^{3} \sin^{2n-1} \varepsilon t \cos \varepsilon t - \mathrm{U}n(n-1)\,b^{2}\varepsilon^{2} \sin^{n-2} \varepsilon t \cos^{2} \varepsilon t \\ + \mathrm{U}n\,b\,\varepsilon^{2} \sin^{n} \varepsilon t \end{array} \right.$$

quel que soit $t$; condition qui n'est satisfaite que par

$$\begin{aligned} m &= 1 \\ n &= 1 \\ a &= b \\ \mathrm{U}\varepsilon &= g \end{aligned}$$

9. — Le mouvement à la surface étant déterminé par les deux équations (B) et (C), revenons aux couches intérieures du liquide, appliquons-leur les trois conditions (A) (B) (C), comme s'il était prouvé que les couches d'eau horizontales ont dû former dans la houle les surfaces de niveau ; nous vérifierons ensuite que le mouvement obtenu conduit à une valeur de $d\sigma$ indépendante de $t$ et nous serons alors certains d'avoir bien obtenu les lois suivant lesquelles toutes les molécules d'eau doivent venir se grouper au-dessous de la surface.

Dans l'équation (A), remplaçons $a$ et $b$ par une seule, quantité $r$ et substituons à U sa valeur; il vient :

$$g\frac{dr}{dz} + r\,\varepsilon^{2} = 0$$

$$\frac{dr}{r} = -\frac{\varepsilon^2}{g} dz$$

$$\int \frac{dr}{r} = \text{log. nép. } r = -\frac{\varepsilon^2}{g} z + C$$

pour $z = 0$ on a $r = h$, en appelant $h$ la demi-hauteur des vagues, donc :

$$C = \text{log. nép. } h$$

$$\text{log. nép. } \frac{r}{h} = -\frac{\varepsilon^2}{g} z$$

$$r = h\, e^{-\frac{\varepsilon^2}{g} z} \tag{5}$$

équation qui exprime la loi suivant laquelle le rayon du cercle d'oscillation diminue à mesure que la profondeur augmente.

En substituant cette valeur de $r$ aux amplitudes $a$ et $b$ dans les équations générales des couches liquides, ces équations deviennent :

$$x = \frac{g}{\varepsilon} t - h e^{-\frac{\varepsilon^2}{g} z} \sin \varepsilon t$$

$$y = h e^{-\frac{\varepsilon^2}{g} z} \cos \varepsilon t - z \tag{6}$$

équations qui représentent les couches horizontales et

les couches verticales, si la condition de l'invariabilité des volumes se trouve vérifiée.

10. — Il est intéressant de calculer directement la valeur de $d\sigma$ avec ces deux équations, au lieu de se servir de l'équation (3) : on connaîtra ainsi les valeurs de $ds$, de $ds'$ et de $\gamma$.

On a, en différentiant par rapport à $t$ .

$$\frac{dx}{dt} = \frac{g}{\varepsilon} - h\,\varepsilon\, e^{-\frac{\varepsilon^2}{g}z} \cos \varepsilon t$$

$$\frac{dy}{dt} = -h\,\varepsilon\, e^{-\frac{\varepsilon^2}{g}z} \sin \varepsilon t$$

et de même en différentiant par rapport à $z$,

$$\frac{dx}{dz} = h\,\frac{\varepsilon^2}{g} e^{-\frac{\varepsilon^2}{g}z} \sin \varepsilon t$$

$$\frac{dy}{dz} = -h\,\frac{\varepsilon^2}{g} e^{-\frac{\varepsilon^2}{g}z} \cos \varepsilon t - 1$$

de là on conclut :

$$\frac{ds^2}{dt^2} = \frac{1}{\varepsilon^2}\left(g^2 + h^2\,\varepsilon^4\, e^{-\frac{2\varepsilon^2}{g}z} - 2\,g\,h\,\varepsilon^2\, e^{-\frac{\varepsilon^2}{g}z} \cos \varepsilon t\right)$$

$$\frac{ds'^2}{dz^2} = \frac{1}{g^2}\left(g^2 + h^2\,\varepsilon^4\, e^{-\frac{2\varepsilon^2}{g}z} + 2\,g\,h\,\varepsilon^2\, e^{-\frac{\varepsilon^2}{g}z} \cos \varepsilon t\right)$$

On trouve d'autre part :

$$\text{tg.}\,\theta = -\frac{h\,\varepsilon^2\, e^{-\frac{\varepsilon^2}{g}z}\sin \varepsilon t}{h\,\varepsilon^2 e^{-\frac{\varepsilon^2}{g}z}\cos \varepsilon t - g}$$

$$\text{tg}\,\omega = -\frac{h\,\varepsilon^2 e^{-\frac{\varepsilon^2}{g}z}\cos \varepsilon t + g}{h\,\varepsilon^2 e^{-\frac{\varepsilon^2}{g}z}\sin \varepsilon t}$$

Connaissant tang $\theta$ et tang $\omega$, on a, pour déterminer sin $\gamma$, les relations :

$$\sin^2\gamma = \frac{\text{tang}^2\gamma}{1 + \text{tang}^2\gamma}$$

$$\text{tang}\,\gamma = \frac{\text{tang}\,\theta + \text{tang}\,\omega}{1 - \text{tang}\,\theta\,\text{tang}\,\omega}$$

en effectuant tous les calculs et en simplifiant, on arrive, pour $\sin^2\gamma$, à la valeur suivante :

$$\sin^2\gamma = \frac{\left(h^2\,\varepsilon^4 e^{-\frac{2\varepsilon^2}{g}z} - g^2\right)^2}{\left(h^2\,\varepsilon^4 e^{-\frac{2\varepsilon^2}{g}z} + g^2\right)^2 - 4\,h^2 g^2 \varepsilon^4 e^{-\frac{2\varepsilon^2}{g}z}\cos^2 \varepsilon t}$$

c'est-à-dire que l'on a :

$$\sin\gamma = \frac{h^2\varepsilon^4 e^{-\frac{2\varepsilon^2}{g}z} - g^2}{g\varepsilon\dfrac{ds}{dt}\dfrac{ds'}{dz}}$$

en substituant pour $ds$ $ds'$ et sin $\gamma$ leurs valeurs dans l'expression de $d\sigma$,

$$d\sigma = ds\,ds'\sin\gamma$$

on obtient en définitive :

$$d\sigma = \frac{dt.\,dz}{g\varepsilon}\left(\varepsilon^4 r^2 - g^2\right)$$

valeur indépendante de $t$.

11 — Remarquons que la condition de l'invariabilité des volumes exige que, dans la valeur de $d\sigma$, le terme sin $\gamma$ ne devienne jamais nul. Ainsi on ne doit jamais avoir :

$$g^2 - h^2\varepsilon^4 e^{-\frac{2\varepsilon^2}{g}z} = 0$$

ou plus simplement,

$$g - r\varepsilon^2 = 0$$

Condition qui, interprétée géométriquement, signifie qu'on ne doit jamais avoir de point de rebroussement au sommet des cycloïdes.

Dans la réalité les valeurs de $r$ et de $\varepsilon$ sont telles que l'on a pour toutes les vagues,

$$g - h\varepsilon^2 > 0$$

et, a fortiori, pour toutes les surfaces de niveau :

$$g - r\varepsilon^2 > 0$$

La condition $g - r\varepsilon^2 > 0$ signifie aussi que l'angle $\gamma$ est toujours obtus : en effet,

$$\operatorname{tang}\gamma = \operatorname{tang}(\theta + \omega)$$

$$\operatorname{tang}\gamma = \frac{(r\varepsilon^2 + g)(r\varepsilon^2 - g)}{2gr\varepsilon^2 \sin \varepsilon t}$$

On voit que tang $\gamma$ est négative pour toute la portion de vague correspondant à une valeur positive de sin $\varepsilon t$.

# II

En réunissant toutes les conclusions qui se tirent des calculs précédents, on obtient les lois suivantes pour le mouvement de la houle dans une masse liquide indéfinie en longueur et en profondeur.

12 — Toutes les molécules liquides ont un mouvement circulaire uniforme avec une vitesse angulaire $\varepsilon$ la même dans toute la masse : la propagation du mouvement se fait de centre d'oscillation en centre d'oscillation avec une vitesse constante U la même à toutes les profon-

deurs : le mouvement de propagation est dans le sens du mouvement absolu à la partie supérieure des cercles décrits.

En vertu de ce mouvement, les couches qui au repos étaient horizontales deviennent des surfaces cylindriques à génératrice cycloïdale. La seule inspection des vagues visiblement plus courbes à la crête que dans le fond a déjà fait penser que leur profil doit être une cycloïde ; c'est l'avis de M. Froude qui parle de la mer en observateur et non en théoricien ; du reste, pour sa théorie du roulis, il revient à la sinusoïde, en s'appuyant, pour cela, sur des raisons peu rigoureuses.

13. — La condition, pour qu'une cycloïde présente un point de rebroussement, est :

$$g - r\,\varepsilon^2 = 0$$

Les équations $L = UT$, $\pi = \varepsilon T$, $U\varepsilon = g$, donnent d'ailleurs $\varepsilon^2 = \frac{\pi g}{L}$; en substituant cette valeur, la condition devient :

$$g\left(1 - \pi\frac{r}{L}\right) = 0$$

L'observation des vagues de gros temps a montré qu'au large le rapport $\frac{r}{L}$ ne dépasse guère $\frac{1}{20}$; le point de rebroussement n'est donc jamais atteint, tant s'en faut. C'est seulement dans des cas où le mouvement ne peut avoir lieu tel que nous l'avons établi, soit à cause d'un défaut de profondeur de l'eau, soit à cause d'un obstacle qui arrête brusquement la propagation, que l'on rencontre, tantôt, sur les plages, des vagues qui

atteignent le rebroussement puis déferlent, tantôt, dans les ressacs, des lames aiguës et presque immobiles qui s'élèvent puis s'affaissent.

14. — Toutes les couches horizontales, en devenant cycloïdales, restent dans la houle les surfaces de niveau partout perpendiculaires à la résultante des pressions du liquide sur chaque molécule : ainsi toutes les surfaces de niveau d'une vague représentent les surfaces supérieures des vagues de même longueur et de hauteur moindre.

De ce fait, que les surfaces de niveau sont en même temps les trajectoires des molécules dans leur mouvement relatif par rapport à la houle supposée fixe, nous concluons que, dans l'hypothèse de ce mouvement, il faut considérer les molécules comme sollicitées seulement par leur poids et animées d'une vitesse initiale, mais sans aucun frottement soit entre elles, soit sur les surfaces qu'elles parcourent : en d'autres termes, le mouvement absolu et le mouvement de propagation sont tels que chaque molécule glisse constamment sur la surface de niveau comme une sphère sur un plan incliné.

15. — Les rayons des cercles décrits sont donnés en fonction de la profondeur par la formule :

$$r = h e^{-\frac{\varepsilon^2}{g} z} \qquad (5)$$

$h$ étant le rayon à la surface. Pour la facilité des calculs, on peut employer cette formule sous la forme :

$$\log. \frac{r}{h} = - \frac{4\pi^2 M}{g} \frac{z}{T^2}$$

M étant le module logarithmique 0,434294.

Si on remplace $T^2$ par sa valeur en fonction de L, la formule devient :

$$\log.\frac{r}{h} = -\pi M \frac{z}{L}$$

La hauteur des ondulations diminue bien plus vite dans les houles courtes que dans les houles longues.

Il semble que le rayon $r$ ne devient jamais nul, mais en réalité, les résistances moléculaires annulent les très-petits mouvements, de même qu'elles éteignent la houle elle-même.

La diminution de $r$ est assez rapide pour que la théorie s'applique à toutes les houles de la pleine mer; cherchons en effet à quelles profondeur on a $\frac{r}{h} = 0,1$; à ces profondeurs, le fond de la mer ne pourra guère troubler les mouvements ondulatoires.

$$\text{Log.}\frac{r}{h} = -1$$

$$z = \frac{L}{\pi M}$$

$$z = 0,73293\ L$$

Les houles de 8″ ont environ 50 m. de demi-longueur ; on aurait donc pour elles, $z = 36^{m},6$.

16 — La vitesse angulaire $\varepsilon$ et la vitesse de propagation U sont inversement proportionnelles et leur produit est égal à $g$.

$$(C) \qquad U\varepsilon = g$$

Cette loi peut s'écrire sous deux autres formes, en remarquant que l'on a $L = U\,T$ et $\pi = \varepsilon\,T$.

$$T = \sqrt{\frac{\pi L}{g}}$$

$$U = \sqrt{\frac{g L}{\pi}}$$

La première de ces égalités montre l'analogie du mouvement de la houle avec les mouvements pendulaires : la durée T de l'oscillation est indépendante de la hauteur des vagues, et la houle reste isochrône quand sa hauteur va en s'éteignant.

La loi $L = \frac{g T^2}{\pi}$ se vérifie assez exactement pour deux houles de longueurs très-différentes à l'aide des résultats du trace-lames de MM. Pâris, publiés dans les comptes-rendus de l'Académie des sciences, quoique ces résultats aient été obtenus trop près des côtes pour bien représenter les vagues régulières de la haute mer.

On a d'abord, fig. 1, une série de 5 lames assez régulières, à partir de la 17e seconde d'observation, et on trouve :

$$L = 19^m,\ 98 \quad T = 2'',7$$

$$\frac{g T^2}{\pi} = 22^m,\ 76$$

On trouve ensuite, fig. 4, une autre série de 4 lames bien dessinées, à la suite de la 10e seconde d'observation; et on a pour ces lames,

$$L = 1^m,\ 81 \quad T = 0,\ 725$$

$$\frac{g T^2}{\pi} = 1^m,64.$$

17. — Il reste à étudier les pressions du liquide à l'intérieur des vagues.

On a vu, § 8, que chaque parcelle liquide de masse $dm$ subit, de la part du liquide environnant, une pression $F\,dm$ dont les deux composantes sont :

$$(4)\qquad X\,dm = \frac{d^2x}{dt^2}\,dm$$

$$Y\,dm = g\,dm + \frac{d^2y}{dt^2}\,dm$$

ou bien

$$X\,dm = r\,\varepsilon^2 \sin \varepsilon t\,dm$$

$$Y\,dm = g\,dm - r\,\varepsilon^2 \cos \varepsilon t\,dm$$

d'où la valeur de $F\,dm$.

$$F\,dm = dm\,\sqrt{g^2 + r^2\varepsilon^4 - 2gr\varepsilon^2 \cos \varepsilon t}$$

$F\,dm$ est la poussée du liquide sur un corps qui occuperait la place de la parcelle $dm$ ; soit $f$ la poussée par unité de volume, $\delta$ le poids spécifique du liquide, $dv$ le volume occupé par la parcelle $dm$.

$$f = \frac{F\,dm}{dv} = F\frac{\delta}{g}$$

$$f = \frac{\delta}{g}\,\sqrt{g^2 + r^2\varepsilon^4 - 2gr\varepsilon^2 \cos \varepsilon t}$$

18. — La pression de la parcelle $dm$ sur le liquide environnant est égale et opposée à $F\,dm$ ; cette pression par unité de volume est égale et opposée à $f$.

Soit P la pression par unité de surface sur la courbe de niveau $ab$ ; soit $P + d\,P$ la pression sur la surface $cd$ ; soit $d\,n$ la distance de ces deux surfaces.

$$dP = f\,dn$$
$$dn = ds' \sin\gamma$$

En substituant pour $f$, $ds'$ et $\sin\gamma$ leurs valeurs, et remplaçant $r$ par sa valeur en fonction de la profondeur $z$, on a :

$$dP = \delta\,\frac{g^2 - h^2\varepsilon^2\,e^{-\frac{2\varepsilon^2}{g}z}}{g^2}\,dz$$

valeur dans laquelle $t$ a disparu, ~~comme on le savait d'avance~~. ce qu'il fallait vérifier.

$$\int dP = z\,\delta + \delta\,\frac{h^2\varepsilon^2}{2g}\,e^{\frac{2\varepsilon^2}{g}z} + C$$

Or, pour $z = o$, $P = \Pi$ pression atmosphérique ; donc

$$C = \Pi - \delta\,\frac{h^2\varepsilon^2}{2g}$$

et enfin

$$(8)\qquad P = \Pi + z\,\delta - \frac{\delta\,h^2\varepsilon^2}{2g}\left(1 - e^{-\frac{2\varepsilon^2}{g}z}\right)$$

valeur de la pression hydrostatique dans la houle, en fonction de la profondeur.

19. — La planche II représente la houle de 6″, isochrône, ou à peu près, avec les roulis des grands navires; les couches de niveau sont tracées, ainsi que les formes successives des couches verticales.

La couche MM' pour laquelle $\frac{L}{r} = 20$ présente l'inclinaison des vagues de gros temps observées dans l'Océan par Scoresby; l'inclinaison $\Theta$ au point d'inflexion, donnée par la formule,

$$\text{tang}\,\Theta = \frac{r\varepsilon}{U} = \frac{\pi r}{L}$$

est de 8° 55'.

20. — Le tableau suivant contient les principales données sur des houles dont la durée varie de seconde en seconde, de 3" jusqu'à 10".

| Durée du passage d'une demi-vague. T | Longueur d'une demi-vague. L | Vitesse de propagation. U | Rapport $\frac{r}{h}$ pour diverses valeurs de $z$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $z = 2^m$ | $z = 4^m$ | $z = 6^m$ | $z = 8^m$ | $z = 10^m$ |
| 1",5 | 7m06 | 4m70 | 0.410 | 0.168 | 0.069 | 0.028 | 0.012 |
| 2" | 12.49 | 6.24 | 0.605 | 0.366 | 0.221 | 0.134 | 0.080 |
| 2",5 | 19.51 | 7.81 | 0.725 | 0.525 | 0.381 | 0.276 | 0.200 |
| 3" | 28.10 | 9.37 | 0.800 | 0.639 | 0.511 | 0.409 | 0.327 |
| 3",5 | 38.25 | 10.93 | 0.848 | 0.720 | 0.611 | 0.518 | 0.440 |
| 4" | 49.96 | 12.49 | 0.882 | 0.778 | 0.686 | 0.605 | 0.533 |
| 4",5 | 63.22 | 14.05 | 0.905 | 0.820 | 0.742 | 0.672 | 0.608 |
| 5" | 78.06 | 15.61 | 0.923 | 0.851 | 0.785 | 0.725 | 0.668 |

Ces houles sont celles que les navires sont exposés à rencontrer habituellement : parmi elles, les vagues les plus intéressantes à examiner pour l'étude des roulis sont celles de 3" à 7", parmi lesquelles tous les navires trouvent leur vague isochrône.

# III

21. — Considérons maintenant un corps flottant sur la mer agitée, il est soumis à la pesanteur et à la poussée du liquide constamment normale à la surface de la houle; il glisse donc sans cesse sur le liquide comme un corps pesant sur un plan incliné et d'après ce que l'on a vu plus haut, le mouvement qu'il prend ainsi est précisément le mouvement absolu des molécules liquides qui l'environnent.

Les coordonnées du flotteur par rapport à des axes passant par son centre d'oscillation sont données par les équations :

$$x = -h \sin \varepsilon t$$
$$y = h \cos \varepsilon t$$

Soit P le poids du flotteur, M sa masse, V son volume; soit $\Phi$ la poussée du liquide et X et Y ses deux composantes.

$$\text{(9)} \qquad \begin{aligned} \mathrm{M}\frac{d^2x}{dt^2} &= \mathrm{X} \\ \mathrm{M}\frac{d^2y}{dt^2} &= \mathrm{Y} - \mathrm{P} \end{aligned}$$

D'un autre côté, d'après la valeur de la poussée par unité de volume calculée § 17, on a :

$$\text{(10)} \qquad \begin{aligned} \mathrm{X} &= \frac{\mathrm{V}\delta}{g}\ \frac{d^2x}{dt^2} \\ \mathrm{Y} &= \frac{\mathrm{V}\delta}{g}\ \left(g + \frac{d^2y}{dt^2}\right) \end{aligned}$$

$\frac{d^2x}{dt^2}$ et $\frac{d^2y}{dt^2}$ ont la même valeur dans les équations (9) et dans les équations (10), puisque le mouvement du flotteur est le même que celui du liquide.

En identifiant les valeurs de X et de Y données par ces deux systèmes d'équations on a:

$$P = V\delta$$

Le volume déplacé par le flotteur reste constant pendant tout le passage des vagues et égal au volume déplacé en eau calme.

22. — Le moment de toutes les forces qui sollicitent le flotteur est nul lorsque la poussée passe par le centre de gravité, c'est-à-dire lorsque le centre de gravité et le centre de carène se trouvent sur une même normale à la houle : on pourrait dire aussi, dans ce cas, que la résultante $\Phi_1$, de la pesanteur et de la force d'inertie supposée appliquée au navire, est égale et directement opposée à la poussée du fluide $\Phi$.

Telle est la position d'équilibre sur la vague : un flotteur, dont le moment d'inertie serait nul, n'abandonnerait jamais cette position, son mouvement se composerait de la translation circulaire des molécules liquides combinée avec un mouvement angulaire qui le placerait toujours normal à la houle.

L'angle de la normale à la houle avec la verticale est donné par la formule :

$$\operatorname{tang} \theta = -\frac{dy}{dx} = -\frac{h\varepsilon \sin \varepsilon t}{h\varepsilon \cos \varepsilon t - U}$$

$$\operatorname{tang} \theta = \frac{h\varepsilon^2 \sin \varepsilon t}{g - h\varepsilon^2 \cos \varepsilon t}$$

Le mouvement du flotteur peut être entièrement assimilé à celui d'un pendule dont le point de suspension aurait un mouvement de translation circulaire ; la poussée $\Phi$ du liquide sur le flotteur serait représentée à chaque instant, en direction et en intensité, par la tension du fil du pendule.

23 — Les considérations précédentes démontrent la fausseté du principe de Daniel Bernoulli d'après lequel l'inclinaison I d'un flotteur en équilibre sur une surface liquide inclinée serait à l'inclinaison $\theta$ de cette surface dans le rapport $\frac{\rho}{\rho - a}$ ; $\rho$ étant la hauteur du métacentre au-dessus du centre de carène et $a$ celle du centre de gravité au-dessus du centre de carène : on aurait ainsi,

$$I = \frac{\rho}{\rho - a}\,\theta$$

$$I = \left(1 + \frac{a}{\rho - a}\right)\theta$$

et les roulis des navires seraient, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnels à $\frac{\rho}{\rho - a}$.

Ce principe, que l'on a pris pour point de départ de la théorie du roulis, ne tient pas compte du mouvement horizontal de l'eau ni de celui du flotteur ; il suppose en outre que, dans un liquide, la poussée reste verticale avec des surfaces de niveau inclinées.

L'exagération des inclinaisons I auxquelles le principe de Bernoulli conduit pour certains navires a déjà fait révoquer en doute son exactitude : du moins, on enseigne que ce principe subit, dans la réalité, un certain tempérament et que, pour tenir compte de toutes les actions de l'eau, il faut prendre pour valeur de I :

$$I = \left(1 + \frac{\rho}{\rho - a} - \frac{k^2 e^2}{\rho - a}\right)\theta$$

le terme correctif $\frac{k^2 e^2}{\rho - a}$ devant être égal à $\frac{\rho}{\rho - a}$ pour le flotteur qui se composerait de l'eau même qu'il déplace, supposée solidifiée. Mais cette correction, qui rapproche d'ailleurs l'expression de I de sa véritable valeur $I = \theta$, a elle-même un point de départ erroné ; elle est fondée sur la supposition que le flotteur composé du liquide solidifié doit suivre sans roulis propre, comme le liquide lui-même, toutes les ondulations des vagues, encore bien que son moment d'inertie ne soit pas nul.

En réalité il intervient bien une petite résistance de l'eau, due à ce que l'angle $\gamma$ est obtus, qui tend à maintenir l'angle I un peu inférieur à $\theta$ ; mais c'est là un effet tout-à-fait négligeable.

24. — Lorsque, du flotteur, on passe au navire occupant sur la lame une étendue considérable en largeur et en profondeur, les lois établies pour l'intensité et surtout la direction de la poussée ne s'appliquent plus que sous deux réserves importantes dans la théorie du roulis ; il faut en effet tenir compte de ce que les sections de la carène par les surfaces de niveau successives ne sont plus ni planes ni parallèles.

D'abord, dans une même tranche comprise entre deux surfaces de niveau, la poussée a une direction variable, et la poussée résultante pour toute la tranche est nécessairement moins inclinée sur la verticale que la plus inclinée des poussées élémentaires ; l'angle de la poussée avec la verticale restera donc toujours inférieur à $\Theta$, et on peut représenter les inclinaisons qu'une houle donnée imprime à un navire par l'effet d'une houle

moins inclinée agissant sur un petit flotteur. On peut calculer exactement l'angle moyen de la poussée le long d'un certain arc en faisant la somme de $\text{tang}\,\theta\, d\sigma$ et la somme de $d\sigma$, et divisant la première par la seconde,

$$\int \text{tang}\,\theta\, d\sigma = \frac{g^2 - r^2\varepsilon^4}{g\varepsilon^2} \text{ log. nép. } (r\varepsilon^2 \cos. \varepsilon t - g)\, dz$$

$$\int d\sigma = \frac{(g^2 - r^2\varepsilon^4)}{g r}\, t\, dz.$$

En faisant le calcul pour un arc allant du creux à la crête de la vague, on trouve pour valeur moyenne de tang. $\theta$,

$$\text{tang}\,\theta_m = \frac{1}{\pi} \text{ log. nép. } \frac{1 + \pi \frac{r}{L}}{1 - \pi \frac{r}{L}}$$

pour $\frac{r}{L} = \frac{1}{20}$ on a $\theta_m = 5°47'$ tandis que $\Theta = 8° 55'$

La correction qui consiste à remplacer dans la houle les angles $\theta$ par $\theta_m$ est négligeable pour les navires occupant moins de la moitié de la demi-vague, on voit même, Pl. II, qu'elle n'est pas encore très-forte pour un navire prenant les trois cinquièmes de la demi-vague ; mais elle augmente ensuite rapidement, elle réduit les inclinaisons effectives maxima environ à $\frac{2}{3}\,\Theta$ pour les navires dont la largeur égale la demi-longueur de vague, et son importance croît toujours de plus en plus vite à partir de ce point.

g. 5. En second lieu, lorsqu'on passe d'une couche d'eau à l'autre, la poussée $f$ varie en intensité et en direction. La diminution de l'angle $\Theta$, quand la profondeur augmente, est proportionnelle à celle de $r$, et le tableau du

§ 20 montre que cette dernière est très sensible, même dans les houles les plus longues, aux profondeurs de $8^m$ auxquelles atteignent les grands navires. Par suite des variations de $f$, le point d'application de la poussée oscille un peu, mais il ne s'écarte jamais beaucoup du centre de volume de la carène, la direction de la poussée reste à peu près normale à la surface de niveau passant par le centre de carène, et le diamètre du cercle de translation du navire est sensiblement égal à celui des molécules de cette surface. Sur les grands navires, la distance du centre de carène à la flottaison atteint de $2^m\ 80$ à $3^m$ ; à $2^m\ 80$, sur une houle de 6″, l'angle $\Theta$ est de 6° 43′, au lieu de 8° 55′ à la surface, sur une houle de 3″, il est seulement de 2° 35′ au lieu de 8° 55′.

25 — Etudions maintenant l'action de l'eau sur le navire dans le roulis ; elle comprend la stabilité et la résistance de l'eau au mouvement de la carène.

Soit $\varphi$ l'inclinaison du navire sur la houle, et soit $\rho - a$ la hauteur métacentrique que nous supposerons toujours constante.

Fig. 6. Le couple de stabilité est :

$$M = -\Phi(\rho - a)\,\frac{\sin}{\tan\Theta}\,.\,\varphi$$

$$(11)\qquad M = -P(\rho - a)\,\frac{\sqrt{g^2 + h^2\varepsilon^4 - 2gh\varepsilon^2\cos.\varepsilon t}}{g}\,\frac{\sin}{\tan\Theta}\,.\,\varphi$$

La stabilité varie, elle est plus grande au fond des vagues qu'à la crête. Les deux valeurs extrêmes du rapport,

$$\frac{g^2 + h^2\varepsilon^4 - 2gh\varepsilon^2\cos\varepsilon t}{g^2}$$

en remarquant que

$$\frac{h\varepsilon^2}{g} = \pi \frac{h}{L}$$

et en supposant que

$$\frac{h}{L} = \frac{1}{20}$$

sont les suivantes :

$$1 + \left(\pi \frac{h}{L}\right)^2 + 2\pi \frac{h}{L} = 1{,}339$$

$$1 + \left(\pi \frac{h}{L}\right)^2 - 2\pi \frac{h}{L} = 0{,}710$$

et par suite les deux valeurs extrêmes du couple de stabilité, suivant la position sur la lame, sont :

$$M_1 = -P(\rho - a) \overset{\sin}{\cancel{\tang}} \varphi \times 1{,}157.$$

$$M_2 = -P(\rho - a) \overset{\sin}{\cancel{\tang}} \varphi \times 0{,}843.$$

26 — La résistance de l'eau au mouvement de la carène est proportionnelle au carré de la vitesse angulaire du plan longitudinal par rapport aux couches verticales ; l'angle du plan longitudinal du navire avec ces couches d'eau est égal à $\varphi + \gamma - \frac{\pi}{2}$ : soit maintenant A la longueur du navire, $p$ le tirant d'eau et K un coefficient dépendant des formes du navire; la résistance de l'eau peut être représentée par l'expression

$$KA\, p^3 \left[\frac{d\left(\varphi + \gamma - \frac{\pi}{2}\right)}{dt}\right]^2$$

et son moment M par l'expression :

$$M = K A \frac{p^4}{2}\left[\frac{d\left(\varphi + \gamma - \frac{\pi}{2}\right)}{dt}\right]^2$$

en remarquant que, pour certaines formes de navires très-plats, la largeur pourrait intervenir à la quatrième puissance dans un terme supplémentaire de la valeur de M.

Le moment M doit toujours être pris de signe contraire à la vitesse angulaire, on n'a pas d'expression algébrique qui représente à la fois sa valeur et son signe. Il est par suite impossible de faire entrer la stabilité et la résistance dans une même équation, il faut calculer séparément les effets de ces deux forces et retrancher les diminutions d'amplitude résultant de la seconde de la valeur des oscillations calculées à l'aide de la première : les roulis maxima sont atteints lorsque les effets de ces deux forces pendant une oscillation se contrebalancent.

27. — Dans un navire qui roule, $\varphi$ étant toujours l'angle du plan longitudinal avec la normale à la lame, $\varphi + \theta$ est l'angle de roulis total.

Fig. 6. Soit $\Sigma\, r^2\, dm$ le moment d'inertie du navire, l'équation différentielle du roulis, en tenant compte de la stabilité seulement, est :

$$(13)\quad \Sigma r^2\, dm \frac{d^2(\varphi+\theta)}{dt^2} = -P(\rho - a)\frac{\sqrt{g^2 + h^2\varepsilon^4 - 2gh\varepsilon^2\cos\varepsilon t}}{g}\sin\varphi$$

la valeur de $\theta$ en fonction de $t$ étant, d'après le § 22 :

$$\theta = \text{arc tang}\frac{h\,\varepsilon^2 \sin\varepsilon t}{g - h\,\varepsilon^2\cos\varepsilon t}$$

En différentiant la valeur de $\theta$ on trouve :

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{g\,h\,\varepsilon^3 \cos \varepsilon t - h^2\,\varepsilon^5}{g^2 + h\,\varepsilon^4 - 2\,g\,h^2\,\varepsilon^2 \cos \varepsilon t}$$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = \frac{-\,g\,h\,\varepsilon^4 \sin \varepsilon t\,(g^2 - h^2\,\varepsilon^4)}{(g^2 + h^2\,\varepsilon^4 - 2\,g\,h\,\varepsilon^2 \cos \varepsilon^4)^2}$$

Substituons cette valeur dans l'équation (13), divisons par $\Sigma\, r^2\, dm$, remarquons que :

$$\frac{P\,(\rho - a)}{\Sigma\, r^2\, dm} = \left(\frac{\pi}{T'}\right)^2$$

T' étant la durée de l'oscillation du navire en eau calme.

Faisons enfin

$$\frac{\pi}{T'} = \varepsilon'$$

l'équation différentielle du roulis devient :

$$(14)\quad 0 = \frac{d^2\varphi}{dt^2} + \varepsilon'^2\,\frac{\sqrt{g^2 + h^2\,\varepsilon^4 - 2\,g\,h\,\varepsilon^2 \cos \varepsilon t}}{g}\,\text{tang}\,\varphi - \frac{g\,h\,\varepsilon^4\,(g^2 - h^2\,\varepsilon^4) \sin \varepsilon t}{(g^2 + h^2\,\varepsilon^4 - 2\,g\,h\,\varepsilon^2 \cos \varepsilon t)^2}$$

Pour ramener cette équation à la forme intégrable employée dans toutes les théories du roulis, il faut remplacer tang $\varphi$ par $\varphi$ et considérer partout $h\,\varepsilon^2 \cos \varepsilon t$ comme négligeable en présence de $g$ : on a ainsi l'équation

$$(15)\quad 0 = \frac{d^2\varphi}{dt^2} + \varepsilon'^2\,\frac{\sqrt{g^2 + h^2\,\varepsilon^4}}{g}\,\varphi - \frac{g\,h\,\varepsilon^4\,(h^2 - h^2\,\varepsilon^4)}{(g^2 + h^2\,\varepsilon^4)^2} \sin \varepsilon t$$

qui diffère surtout de l'équation habituelle par la suppression du facteur $\frac{\rho}{\rho - a}$ au second terme, et qui peut s'intégrer par parties.

28 — Voyons maintenant au prix de quelles erreurs on est passé de l'équation (14) à l'équation (15).

D'abord, on a substitué $\varphi$ à tang $\varphi$ ce qui serait permis si la formule devait donner les valeurs réelles de $\varphi$ qui ne dépassent guère 20° et pour lesquelles tang $\varphi - \varphi$ est au plus égal à 0,039 tang $\varphi$, mais ce qui n'est pas admissible ici, dans une équation pouvant donner pour $\varphi$ des valeurs de 90°.

En second lieu on a supposé constante l'expression

$$g^2 + h^2 \varepsilon^4 - 2 g h \varepsilon^2 \cos \varepsilon t$$

qui entre dans deux termes de l'équation; dans le second terme, où cette expression est sous radical, les valeurs extrêmes du facteur supposé constant sont entr'elles, comme on a vu au § 27, dans le rapport des deux nombres

1,157 et 0,843

pour $\frac{h}{L} = \frac{1}{20}$

Dans le troisième terme, où la même expression entre au carré, le facteur supposé constant varie en réalité de telle sorte que ses valeurs extrêmes sont entr'elles comme les nombres

1,792 et 0,505

c'est-à-dire dans le rapport de 3,5 à 1.

Dans ces conditions, l'intégration de l'équation (15) ne paraît plus qu'un problème de mathématiques étranger à la question du roulis, et on s'explique sans peine qu'il y ait tant de difficultés à rendre à peu près compte du

roulis par l'intégration et la discussion d'équations analogues à (15), et encore plus inexactes (1).

29. — Considérons le roulis total $\theta + \varphi$ comme décomposé en ses deux parties, le roulis de vagues $\theta$ isochrône avec la mer, et le roulis relatif $\varphi$ ou roulis propre au navire qui s'exécute autour de la normale à la mer comme les oscillations en eau calme autour de la verticale. L'observation montre que les roulis relatifs $\varphi$, qui d'ordinaire sont prédominants, ont une durée constante, si bien qu'en les comptant on peut reconnaître un navire dont on n'aperçoit que les mâts ; ils s'exécutent par séries croissantes puis décroissantes, croissantes tant qu'ils suivent le mouvement de la lame, décroissantes lorsqu'ils ont lieu à contre lame : l'amplitude du roulis maximum dépend, toutes choses égales d'ailleurs, du nombre de roulis de la série croissante et, par suite, c'est sur les houles à peu près isochrônes avec le navire, que sont atteints les plus grands roulis.

30. — Dans l'équation (14), le navire entre seulement pour la durée de son oscillation T', le rapport de la stabilité de forme à la stabilité totale ayant disparu ; l'état de la mer est représenté par la durée et l'inclinaison des vagues. D'après cette équation, en considérant des navires différents et des houles ayant toutes même inclinaison, mais présentant toutes les durées possibles jusqu'à celles du roulis le plus lent, on trouve que la faculté de rouler peu ou beaucoup n'appartiendrait pas à certains navires en particulier ; au contraire, deux navires quelconques étant donnés, on trouverait toujours

(1) Tout ce qui précède s'applique, sans aucun changement, au cas où on a pris pour inconnue l'angle $\theta + \varphi$.

deux houles qui leur imprimeraient les mêmes roulis. Supposons en effet obtenue l'intégrale véritable de l'équation (14), et au moyen de cette intégrale la valeur des roulis maxima $\varphi_1$ d'un navire en fonction de T et de T'; cette équation pourra servir à déterminer T en fonction de $\varphi$ et de T' c'est-à-dire à trouver la mer qui imprimerait à un navire donné un roulis maximum donné.

31. — Pour diminuer les roulis théoriques, qui ne dépendent que de T, de $h$ et de T', il se présente deux moyens.

Le premier, c'est d'augmenter autant que possible la résistance de la carène dans l'eau ; on diminuera ainsi les roulis sur toutes les mers, mais, pour avoir des résultats sensibles il faut des moyens énergiques ; l'inanité des effets obtenus par l'addition de quilles latérales à certains navires prouve bien que ce n'est point aux bosses de leur maître couple, que les bâtiments de l'ancienne flotte devaient leurs qualités nautiques.

Le second moyen consiste à donner aux navires une grande largeur et un grand abaissement du centre de carène relativement aux dimensions des vagues isochrônes avec leur roulis, de telle sorte que, sur ces vagues, les deux corrections indiquées au § 24 réduisent à une très-faible inclinaison l'ondulation moyenne de laquelle dépend le mouvement du navire ; les navires ainsi obtenus, roulant peu sur les houles les plus dangereuses d'après leur durée, n'auront jamais de très-grands mouvements. Les calculs faits au § 24 montrent que ce moyen peut être efficace, mais, lorsqu'on y a recours, il faut donner aux navires une très-grande stabilité et de très-grandes dimensions principales en largeur et en profondeur de carène relativement au mouvement d'inertie, pour avoir à tout prix une assiette très-stable ; les demi-

mesures conduiraient aux roulis les plus durs et les plus fatigants.

32. — Les petits navires ont en général de bien plus fortes dimensions relativement à leur houle isochrône que les gros bâtiments, comme le montre le tableau des longueurs des houles du § 20 : ainsi, un petit navire oscillant en 3″ a plus de 7$^{m}$ de largeur, tandis qu'un gros bâtiment oscillant en 7″ est loin d'avoir 38$^{m}$ de largeur.

Cette remarque vient à l'appui des considérations précédentes, car presque tous les cas de roulis excessifs ont été observés sur de gros bâtiments.

# IV

33. — La théorie fait connaître quels sont, parmi les données d'un navire, les éléments dont le roulis dépend; elle indique la durée de l'oscillation et par suite ses deux termes la stabilité et le moment d'inertie, la résistance de la carène dans l'eau, enfin la largeur du bâtiment et la distance du centre de carène à la flottaison, ou plutôt le rapport de ces deux dimensions à la longueur des vagues isochrônes avec le roulis. L'observation seule, quant à présent, permet d'étudier les qualités nautiques qui résultent, pour les navires, des divers rapports établis entre les éléments qui précèdent.

33. — Les données du navire qui influent sur le roulis sont connues, pour les bâtiments de la marine impériale,

à la suite d'expériences précises, renouvelées à chaque armement. La résistance de la carène dans l'eau, seule, n'est l'objet d'aucune recherche; on comblerait cette lacune en observant avec précision l'amplitude des oscillations successives du navire abandonné à lui-même, en eau calme, après qu'on l'a mis en branle : j'ai reconnu en 1867, en opérant sur un aviso auquel sa très-faible stabilité permet, il est vrai, d'imprimer facilement de grands mouvements, qu'on peut obtenir une loi très nette du décroissement des oscillations en fonction de leur amplitude.

35 — Ce qui manque surtout ce sont les observations de roulis faites par tous les temps et sur un grand nombre de bâtiments, dont il faudrait pouvoir mettre les résultats en regard des données dont le constructeur dispose.

Dans les observations de roulis faites jusqu'ici, on s'est attaché, en général, à mesurer l'angle de roulis absolu $\theta+\varphi$ par rapport à la verticale : dans ce roulis, se trouve comprise l'inclinaison $\theta$ de la mer, complètement étrangère aux qualités du navire et qui ne peut que rendre plus difficile la discussion des résultats obtenus. Ce qu'il est le plus utile de connaître, c'est le roulis relatif $\varphi$ par rapport à la normale à la vague, le seul sur lequel le constructeur ait action; ce roulis a d'ailleurs son importance matérielle qui mérite considération, car la normale à la mer représente vraiment la pesanteur pour le bâtiment qui roule, et en outre, c'est de l'angle $\varphi$ que dépendent la dénivellation et le danger de chavirement.

36. — Le roulis relatifs $\varphi$ est d'une observation très-facile, car il est indiqué constamment par un pendule suspendu au centre d'oscillation du navire, et ayant une

durée d'oscillation assez courte pour ne prendre aucun roulis propre : la direction de ce pendule est en effet celle de la résultante $\Phi$ de la pesanteur et de la force d'inertie résultant de la translation circulaire du navire, c'est-à-dire, comme on l'a vu, § 21, la normale à la vague.

La position du centre d'oscillation peut être déterminée, comme on le verra ci-après, mais, lors même qu'elle n'est pas exactement connue, l'erreur dans la mesure de l'angle $\varphi$ résultant d'une erreur dans la position du pendule à bord est toujours très-faible. En effet, nous pouvons considérer le pendule d'expérience comme suspendu à un grand pendule, dont la longueur $\Lambda$ serait celle qui correspond à la durée des roulis, et dont les oscillations seraient les angles $\varphi$ ; le petit pendule étant à une distance $\lambda$ du point de suspension du grand, les forces d'inertie résultant du mouvement d'entraînement pour le petit pendule sont, à masse égale, aux forces d'inertie du mouvement du grand pendule dans le rapport de $\lambda$ à $\Lambda$ ; le petit pendule fera donc à chaque instant, avec la direction qu'il aurait s'il était suspendu au point de suspension du grand pendule, un angle $\psi$ donné par l'équation,

$$\operatorname{tang}\psi = \frac{\lambda}{\Lambda}\operatorname{tang}\varphi$$

$\Lambda$ varie de $8^{m}94$ à $35^{m}70$ pour les navires dont la durée d'oscillation varie de 3" à 6", il est donc assez facile de maintenir tang $\psi$ inférieur au vingtième de tang $\varphi$, ce qui suffit pour que l'angle $\psi$ soit négligeable. (1)

(1) Calcul indiqué par M. Froude, dans son mémoire sur le roulis.

La seule erreur à craindre est celle qui résulterait d'un mouvement de roulis propre du pendule, par suite, soit de la translation circulaire du navire, soit du mouvement oscillatoire suivant les petits angles $\psi$ : pour être rassuré de ce côté, il faut employer, en regard l'un de l'autre, deux pendules ayant des durées d'oscillations très-courtes toutes deux, mais différentes; tant que les deux pendules coïncident, on est sûr que ni l'un ni l'autre n'a de mouvement propre. Ainsi se trouve justifié, pour la mesure des roulis, l'usage de deux pendules, déjà proposé, dans un ordre d'idées différent, par M. le capitaine de vaisseau Mottez.

37. — La recherche du centre d'oscillation est très-délicate; on peut cependant y procéder, dans l'expérience d'oscillation en eau calme, en s'appuyant sur ce qu'au centre d'oscillation un pendule reste toujours vertical, et qu'en tout autre point il prend un mouvement d'oscillation isochrône avec celui du navire en vertu duquel il décrit les petits angles $\psi$. Pour un observateur placé à bord, le pendule, qui en réalité décrit les angles $\psi$, paraît donner à chaque instant la direction de la verticale; mais, si le pendule a une durée d'oscillation très-voisine de celle du navire, il prendra un mouvement de roulis propre qui sera sensible pour l'observateur, surtout, si on a eu soin de le placer en regard d'un pendule très-court. Les durées d'oscillation nécessaires pour des recherches de ce genre peuvent être obtenues à l'aide d'un pendule composé.

Dans le roulis à la mer, il n'y a plus à chercher de centre d'oscillation immobile, un grand pendule prendra toujours un mouvement propre en vertu de la translation circulaire à laquelle il participe ; dans le cas où le pendule est isochrône avec le navire et suspendu au cen-

tre d'oscillation, son mouvement propre, relativement à la normale à la lame, se trouve déterminé exactement par l'équation (14) ci-dessus.

38. — L'instrument représenté Pl. III est destiné à la mesure du roulis et à la recherche du centre d'oscillation.

Il se compose de deux pendules A et *a*, de durées d'oscillation très-différentes, et d'une horloge à poids, munie d'un régulateur à ailettes, donnant un mouvement uniforme à une bande de papier C sur laquelle les roulis sont inscrits par un pinceau *d* fixé au grand pendule. L'engrenage conique G a pour but d'orienter le tambour E dans le sens du roulis et de rendre ainsi à peu près constante l'action du poids P.

Pour la mesure des roulis on place les deux lentilles sur la branche inférieure du grand pendule dont la durée d'oscillation est alors de 0″,7 ; la durée du petit pendules est de 0″,2 : on constate qu'au roulis les deux pendules coïncident constamment : tous deux donnent donc exactement la mesure de l'angle $\varphi$, pourvu que l'instrument ne soit pas trop loin du centre d'oscillation du navire.

Pour la recherche du centre d'oscillation, on place une des lentilles sur chaque branche du pendule, et on fait varier leur position selon la durée d'oscillation cherchée ; avec les lentilles figurées sur le plan, on peut obtenir des oscillations de 5″, mais l'instrument pourrait porter des lentilles plus lourdes permettant d'obtenir des oscillations de 6″ et de 7″ de durée.

39 — La planche IV donne des spécimens de courbes de roulis relevées à bord de la *Savoie* pendant la campagne d'été de la division cuirassée de Cherbourg, du mois de juin au mois de novembre 1868.

La figure (1) est la reproduction, en vraie grandeur, d'une courbe obtenue par des roulis de 43° d'amplitude.

Les fig. 2, 3, 4 sont des réductions, à l'échelle de moitié, de courbes relevées par trois états de mer très-différents.

La durée moyenne des roulis, d'après des observations de longue durée, est restée à peu près constante par tous les temps, et égale à la durée des oscillations en eau calme ; du moins les petites différences dans les durées des roulis observés à diverses époques peuvent être attribuées aux variations dans le chargement de la frégate. Les très-grands roulis paraissent cependant un peu plus courts, ce qui doit être attribué à une augmentation de la hauteur métacentrique quand le navire incline.

40 — La mesure des roulis absolus $\theta+\varphi$ présenterait un grand intérêt, si on pouvait relever simultanément les roulis absolus et les roulis relatifs sur deux bandes de papier conduites par un seul mouvement d'horlogerie ; dans ce cas en effet, en superposant les deux courbes, on obtiendrait la valeur de l'angle $\theta$ à chaque instant, et on aurait le tracé exact de l'ondulation moyenne par rapport au navire, de laquelle dépend le roulis. On aurait donc à la fois le trace-vagues et le trace-roulis.

Étude sur

# la houle et le roulis.

Fig. 1.

Fig. 2.

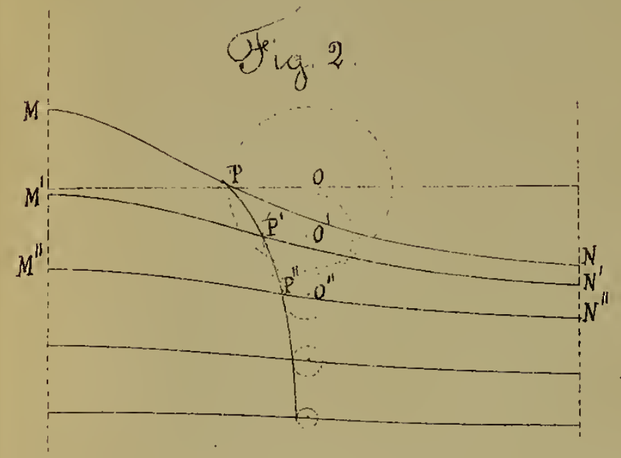



Fig. 3.

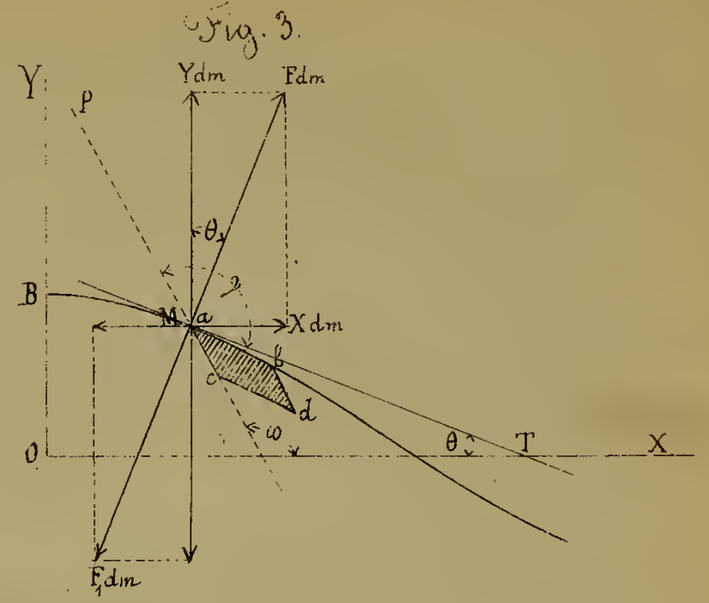



Fig. 4.

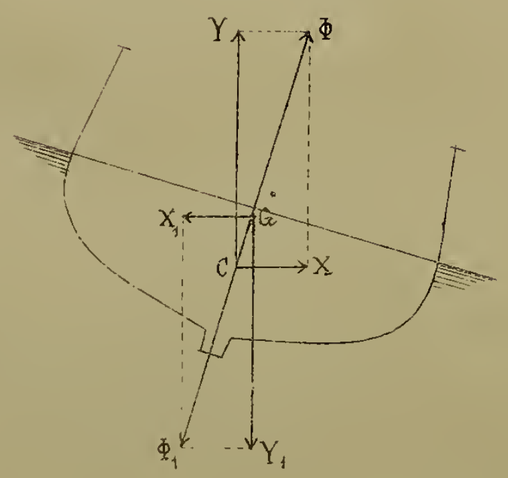



Fig. 5.

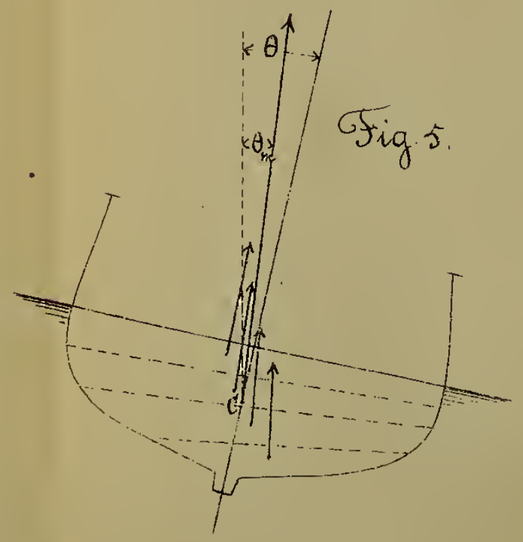



Fig. 6.

L. Bataille del.

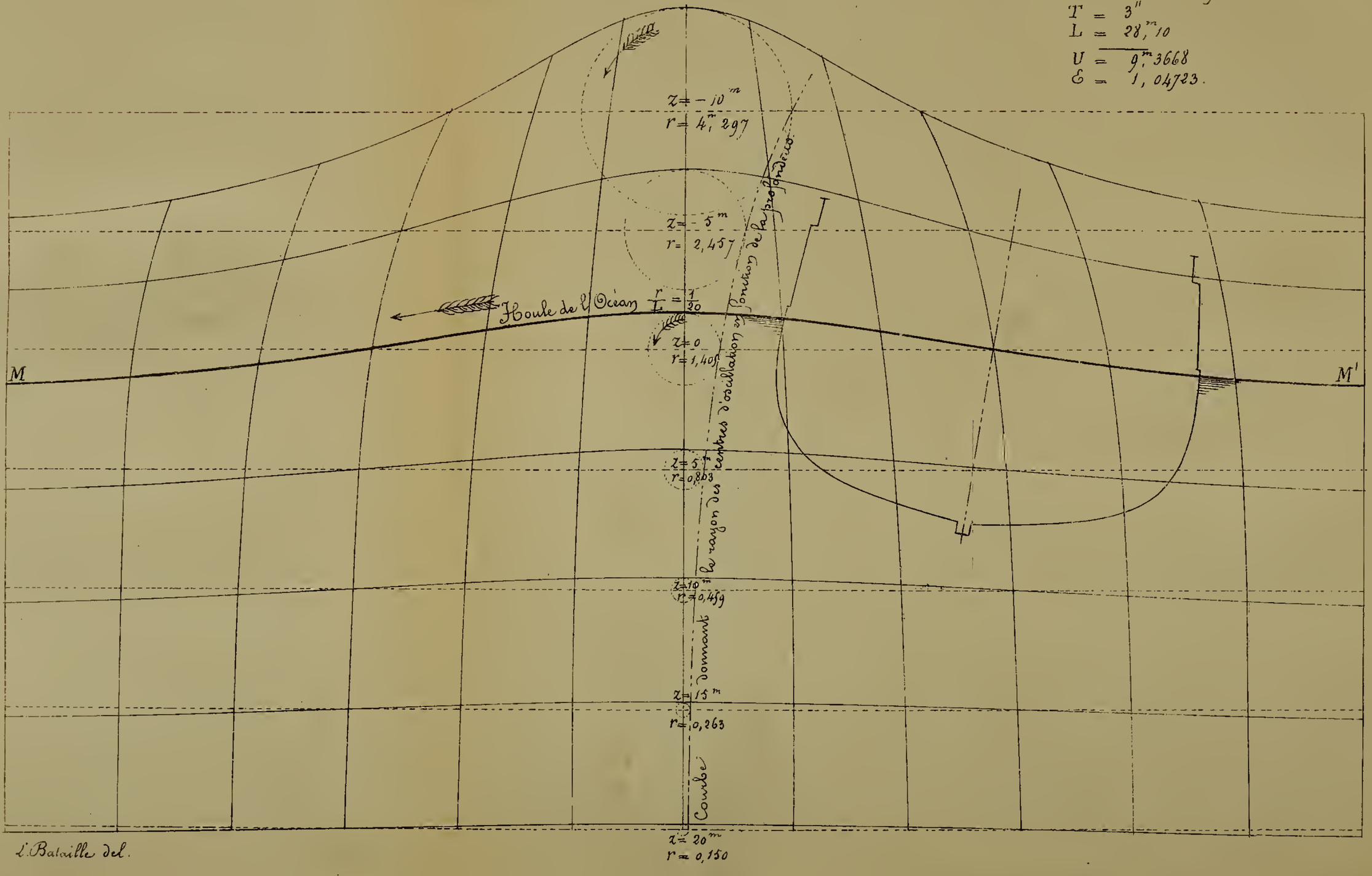
NATURAL HISTORY

# Tracé de la houle.

Echelle de $5^{m}/_{m}$ par mètre.

Durée de l'oscillation complète = 6″

T = 3″
L = 28,m10
U = 9,m3668
& = 1, 04723.



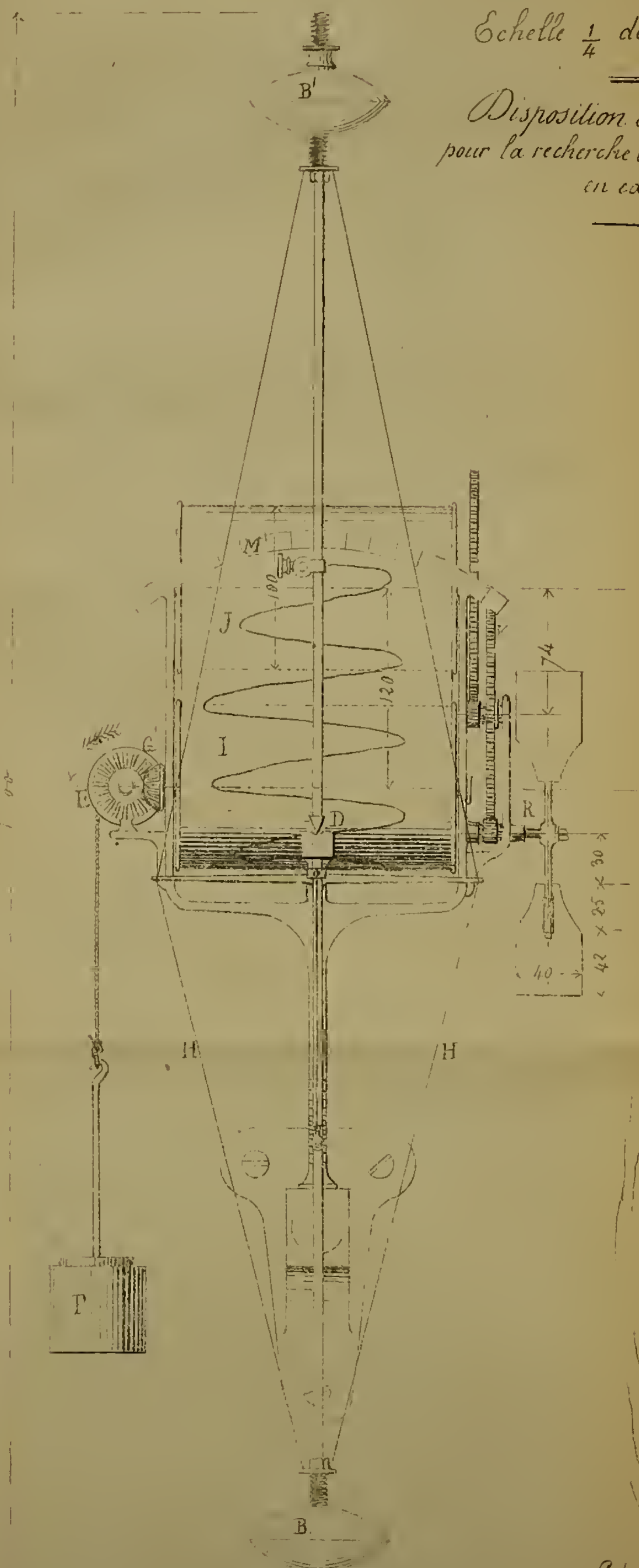

L. Bataille del.

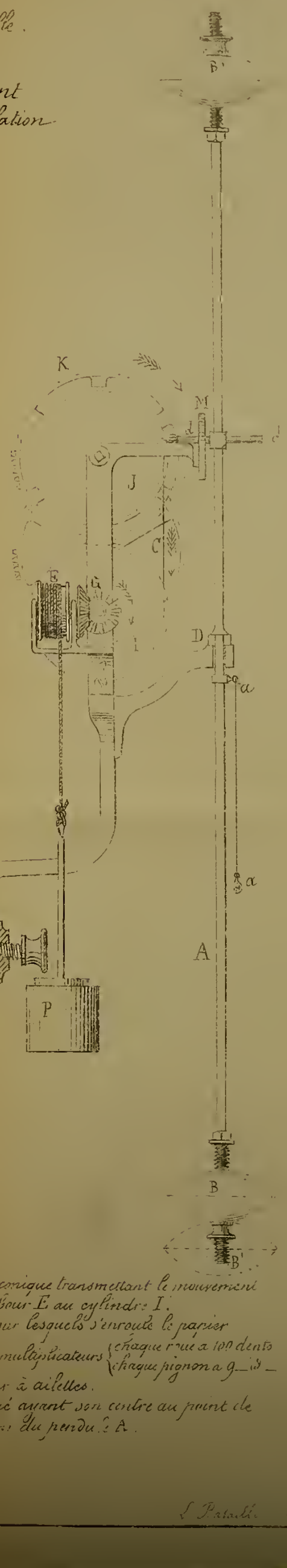
BRITISH MUSEUM

# Oscillographe à pendule compensé.

Echelle $\frac{1}{4}$ de la grandeur réelle.

## Disposition de l'instrument pour la recherche du centre d'oscillation en eau calme.




## Légende.

A Pendule composé { B lentille pesant 1 kg / B' — id — 0 k 8
d Pivot couteau.
H H Jambons assurant la rigidité du pendule.
D Couteau de suspension.
a Petit pendule auxiliaire.
C Papier se déroulant par l'action de l'horloge à ailettes.
P Poids moteur de l'horloge à ailettes.

G G' Engrenage conique transmettant le mouvement du tambour E au cylindre I.
I J. Cylindres sur lesquels s'enroule le papier
K K. Engrenages multiplicateurs { chaque roue a 100 dents / chaque pignon a 9 id
R Régulateur à ailettes.
M Arc gradué ayant son centre au point de suspension du pendule A.

L. Patallé

# Roulis relatifs ou inclinaisons du navire par rapport à la normale à la surface de la vague.

Fig. 1. Reproduction d'une courbe de roulis en vraie grandeur.

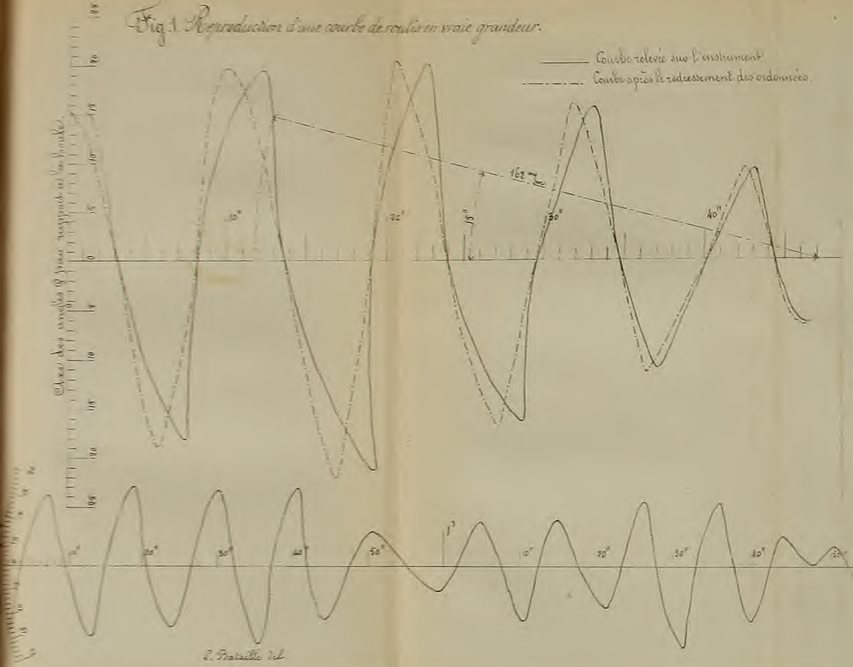



Fig. 2. Roulis observés au mouillage — houle longue — brise nulle.
Réduction à l'échelle $\frac{1}{2}$.

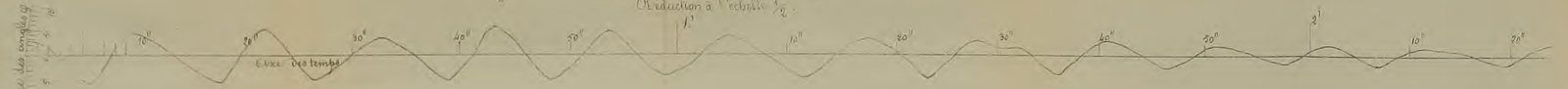



Fig. 3. Roulis observés en route — brise fraîche — mer courte.
Réduction à l'échelle $\frac{1}{2}$.

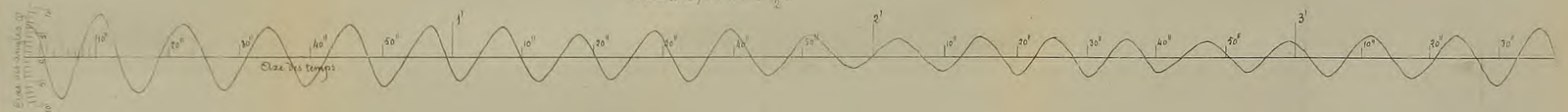
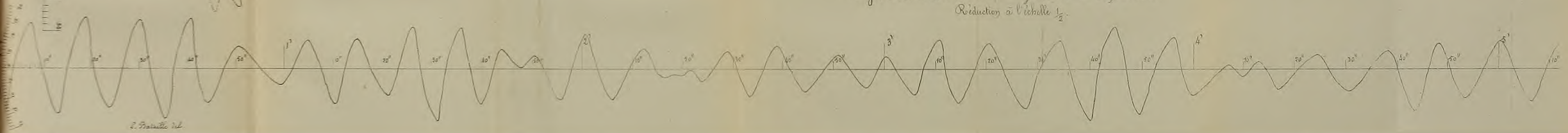



Fig. 4. Roulis observés en route — grosse mer — coup de vent.
Réduction à l'échelle $\frac{1}{2}$.




J. Pralaville del.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

# NOTES

SUR LES

# ARCHIPELS DES COMORES ET DES SÉCHELLES

Par Mr. Henri JOUAN.

Madagascar, que Commerson appelait une *terre de promission* pour les naturalistes, a été l'objet d'études diverses; mais il y reste encore énormément à faire pour eux. En effet, les recherches n'ont porté que sur quelques points du littoral et sur la route de la côte orientale à Tananarive, la capitale des Hovas; dans beaucoup de cas, elles ont dû être faites imparfaitement, avec précipitation. Les géologues, les botanistes, les zoologistes, trouveraient certainement leur compte dans l'exploration de cette contrée, si remarquable par quelques unes de ses productions que certains auteurs l'ont regardée comme un centre particulier de création.

Bien que placés dans une sphère plus humble, et malgré les dimensions réduites des terres qui les composent, quelques archipels voisins méritent d'attirer

l'attention, à cause des ressemblances ou des différences qu'ils peuvent avoir avec la grande île, et des productions spéciales que des recherches suivies y feraient probablement découvrir. Ces groupes semblent cependant avoir été négligés jusqu'à présent : les traités de géographie, les dictionnaires, etc., etc., se contentent, en général, de résumer en peu de mots les renseignements éparpillés dans les récits de quelques voyageurs. Ces notions, remontant souvent à de longues années en arrière, ne sont pas toujours exactes aujourd'hui, ou bien, copiées les unes sur les autres, propagent des faits erronés.

J'ai eu l'occasion, il y a déjà longtemps (1), de visiter deux des principaux archipels-annexes de Madagascar, les îles Comores et les îles Séchelles (2), distantes de Madagascar, les premières de 60 lieues marines, les secondes de 200. Malheureusement, mes visites à ces terres sont entachées des défauts que j'ai signalés plus haut. Le séjour que j'y ai fait, à diverses reprises, a été très-court, et des occupations multipliées m'empêchaient de consacrer beaucoup de temps à l'histoire naturelle, sans parler de mon insuffisance que je ne cherche pas à dissimuler. De même que mes devanciers, je ne puis guère présenter que des généralités, et indiquer les rapports que j'ai remarqués entre les produits de ces archipels et ceux de Madagascar. Cependant j'espère, en joignant mes propres observations à celles des auteurs qui ont écrit sur le même sujet, présenter, sinon un tableau fini, du moins une esquisse assez complète de ces îles.

(1) En 1849 et 1850.

(2) Ou Seychelles; le nom des îles s'écrit indifféremment des deux manières; celle que j'ai adoptée est, je crois, la plus anciennement employée.

A l'époque où je les visitai, elles étaient à peu près en dehors du mouvement de la navigation européenne. Elles ne voyaient guère aborder à leurs rivages que quelques baleiniers, plus rarement encore de petits caboteurs de Maurice ou de la Réunion, ou quelque bâtiment de guerre des stations navales que la France et l'Angleterre entretiennent dans ces parages. Aujourd'hui les Comores peuvent être explorées plus facilement, en prenant pour base d'opération notre établissement de Mayotte, avec ses ressources : l'anthropologiste y trouverait, réunis dans un petit espace, des échantillons de presque toutes les races humaines répandues sur le littoral depuis l'Arabie jusqu'à Mozambique, ou plutôt les produits variés résultant des croisements de ces races. Quant aux Séchelles, qui sont, depuis quelques années, une des escales des steamers mensuels entre Suez et la Réunion, et que l'ouverture du canal met aux portes de l'Europe, je les recommande tout spécialement aux naturalistes : ces îlots plantureux leur offriraient certainement des nouveautés. Cet attrait viendrait-il à manquer, il me semble que ce serait déjà quelque chose, pour un botaniste par exemple, que la faculté de pouvoir étudier, dans cet archipel, les productions végétales de Madagascar, sans avoir rien à craindre du climat meurtrier ou des naturels souvent peu hospitaliers de la grande île, tandis que la salubrité des Séchelles est proverbiale, et que personne n'a encore passé dans ce petit pays sans emporter le souvenir de l'accueil le plus empressé et le plus cordial de toutes les classes de la population.

Cherbourg, décembre 1869.

## ILES COMORES.

Situé à l'ouverture du canal de Mozambique, du côté du Nord, l'archipel des Comores occupe, dans la direction S.-E. — N.-O, une longueur de 160 milles marins, entre les parallèles de 10° 50′ et 13° de latitude sud, et les méridiens de 40° 50′ et 43° à l'Est de Paris. Les quatre petites îles qui le composent se trouvent à peu près à la même distance, de 20 à 25 milles, les unes des autres, et ainsi disposées : Mayotte au S.-E., Anjouan dans le N.-O. de Mayotte, Mohéli à l'ouest d'Anjouan, et Comore, ou Angazica, dans le N.-N.-O. de Mohéli.

L'extrémité sud de Comore est à peu près sur la même parallèle que le cap d'Ambre, extrémité Nord de Madagascar. La distance du milieu du groupe à ce cap est de 310 milles marins environ, et de 170 à la côte d'Afrique. De Mayotte au point le plus rapproché de Madagascar, on en compte 160.

L'archipel est approximativement à 900 milles de l'île de la Réunion et de Maurice.

L'origine plutonienne des Comores est évidente et, probablement, les quatre îles datent de la même époque (1). Sur l'une d'elles, Angaziga, on signale un volcan

(1) On retrouve les mêmes roches éruptives à Nossi-bé et dans la partie de Madagascar la plus rapprochée des Comores. D'après M. Maillard (*Notes sur l'île de la Réunion*, Paris, 1862, p. 119), les recherches sur l'âge géologique de la Réunion font voir que les plus anciennes roches éruptives de cette île sont des trachytes et des basaltes, et, comme on n'y découvre aucune trace de diluvium, il est à supposer qu'elle appartient tout entière à l'époque moderne. La même remarque peut, probablement, s'appliquer aux îles Comores, mais je ne pourrais l'affirmer : ce serait un point à vérifier.

qui donne encore de temps en temps des signes d'activité. Ces îles, montueuses et très-élevées par rapport à leur grandeur, ne sont pas, comme on pourrait le croire par analogie avec plusieurs groupes de l'Océan Indien, posées sur un banc peu profond, un *paracel* (1), les reliant entre elles : au contraire l'eau est profonde dans les canaux qui les séparent. Leurs côtes sont généralement abruptes, bordées de galets, ou de récifs de coraux dont quelques uns s'étendent au large. Ces récifs madréporiques qu'on remarque dans les trois îles les mieux connues du groupe, Mayotte, Anjouan et Moheli, tantôt attenant au rivage, tantôt écartés de terre, indiquent, suivant les ingénieuses théories de Darwin (*Naturalist's Voyage round the World*, Londres 1860, p. 456 et suivantes), que l'archipel n'a pas toujours eu, au dessus des eaux, le relief sous lequel nous le voyons de nos jours, mais qu'il a subi un affaissement, et peut-être des oscillations de haut en bas et de bas en haut.

Les Comores sont soumises aux alternatives de deux moussons et de deux saisons, la saison sèche et celle des pluies, ou *hivernage*. Cette dernière, pendant laquelle les vents dépendent du N.-E., commence à la fin de novembre et se termine dans la première quinzaine d'avril. En novembre le temps est incertain avec de grosses pluies. Vers le milieu de ce mois, au moment où la mousson s'établit, il y a souvent des vents violents de Nord et de Nord-Est. La saison sèche prend le reste de l'année, le vent variant alors du Sud-Est au Sud-Ouest. Le commencement de cette seconde mousson est accompagné de temps variables, de calmes, de grains

(1) Nom qu'on donne à ces sortes de bancs dans les mers de l'Inde et de la Chine.

ayant quelquefois une très-mauvaise apparence, mais donnant, presque toujours, plus de pluie que de vent.

En général, une jolie brise tempère la chaleur qui sans cela serait pénible. En avril, le thermomètre marque à midi de 29 à 31°, et, en janvier et février, il monte à 35°.

Les cyclônes, si redoutables à Maurice et à la Réunion, n'arrivent pas jusqu'aux Comores; du moins on n'y en ressent que des effets très-amoindris: on conserve cependant des souvenirs de ces désastreux météores, mais séparés par de longs intervalles.

Les nuages, arrêtés et condensés sur les sommets, entretiennent une humidité favorable au développement d'une végétation vigoureuse, mais on remarque pourtant des différences tranchées dans l'aspect des îles. Tandis qu'Anjouan et Mohéli, la première surtout, se montrent couvertes de verdure et sont arrosées par de nombreux ruisseaux aux eaux limpides, Angaziga est sans eau douce; Mayotte ne présente guère aux arrivants que des collines arides: ce n'est que dans les vallées que l'on trouve des arbres. Les ruisseaux sont abondants à Mayotte, mais l'eau est, le plus souvent, blanchâtre et fade.

Les premiers navigateurs qui visitèrent les Comores, n'y étant, en général, restés que quelques jours, avaient vanté la salubrité du climat. A l'appui de cette opinion favorable, il faut tenir compte de ce qu'était la navigation il y a deux siècles, des misères qu'on avait à subir pendant les voyages de long-cours : alors une terre quelconque était le paradis terrestre, à plus forte raison quand elle offrait aux arrivants, décimés par le scorbut, des fruits et de l'eau pure en abondance. Anjouan, qui a une aiguade excellente et commode, dont l'an-

crage est facile à atteindre et à quitter, fut de bonne heure un lieu de relâche pour les navires allant dans l'Inde. Aujourd'hui les étrangers y sont plus rares. Il y a une vingtaine d'années (1), quand la pêche du cachalot florissait dans ces parages, il y venait un bon nombre de baleiniers américains qui s'y procuraient des rafraîchissements à bas prix, quoique ce ne fût plus tout-à-fait comme au temps où l'on achetait: « trente bœufs, » plus de cinquante cabris, quantité de volailles, de riz » et de légumes, et beaucoup d'autres choses, pour une » valeur de moins de cent écus (2). » Les îles Comores sont montueuses, les forêts y sont de peu d'étendue et séparées par de belles clairières ; il n'y a pas de grandes surfaces marécageuses couvertes de palétuviers, comme on en voit sur beaucoup de plages tropicales: les causes de maladie de la plupart des pays chauds semblent donc écartées. Cependant l'expérience a démontré que l'archipel est très-malsain. On y est exposé, même en usant de grandes précautions, à des fièvres intermittentes qui prennent souvent un caractère pernicieux. L'exposition à l'air, pendant la nuit, est dangereuse, et il est prudent de suivre la règle, adoptée dans beaucoup de pays chauds par les navigateurs qui ne sont pas acclimatés, de ne pas coucher à terre. (3)

Les Arabes de l'Oman, qui se répandirent sur la côte

(1) 1847-1850. Voir les *Nouvelles Annales de la marine* T. VI, 2e semestre 1851, p. 22.

(2) Le P. Caron, *Lettres édifiantes*, 1718.

(3) Si ce que m'a dit une personne assez versée dans la connaissance des idiomes de cette partie de l'Afrique est vrai, le nom de Mohéli, ou *Mouali*, signifierait *maladie* : ce serait une preuve que les habitants n'ont aucune illusion sur l'insalubrité de leur pays.

orientale de l'Afrique où les Portugais les trouvèrent, à la fin du XV^e^ siècle, jetèrent des colonies sur les îles voisines du continent. C'est ainsi qu'à Madagascar ils ont laissé des traces dans des ruines qui ont dû appartenir à des villes, dans l'industrie malegache et dans le langage dont ils ont enrichi le vocabulaire d'un certain nombre de mots. Quelques uns de leurs descendants vivent encore, sous la dénomination d'Antalaots (1), dans les ports du Nord-Ouest de la grande île. L'époque de la colonisation des Comores est loin d'être certaine: suivant quelques auteurs, elle remonterait au VII^e^ siècle ; pour d'autres elle ne daterait pas de 300 ans (2). Quoiqu'il en soit, le fait est déjà passé à l'état de légende. Il y a bien longtemps, raconte-t-on, que des Arabes vinrent du Golfe Persique pour chercher le trône de la reine de Saba caché par les Génies dans le cratère de Comore; mais les Génies repoussèrent les agresseurs, et depuis lors personne n'a osé tenter de nouveau l'entreprise.

Les arrivants trouvèrent dans les îles des noirs semblables à ceux de la côte d'Afrique voisine. Des unions des Arabes avec les femmes indigènes, ou avec des esclaves

(1) Des mots Malegaches *ant*, de, *ex*, et *alaotsi* dehors.

(2) Les Arabes auraient paru dans les Comores au VII^e^ siècle, selon M. Amédée Tardieu (*Encyclop. moderne*, T. XIX; *art.* « Madagascar »). D'après M. Eyriès (T. X du même recueil ; *art.* « Comores »), la colonisation arabe aurait eu lieu au XII^e^ siècle. M. Frappaz (*Voyage à Anjouan, aux Séchelles* etc. « Annales maritimes, » 1820, 2^e^ partie, p. 245.) ne la fait remonter qu'à la fin du XVI^e^, en s'appuyant sur le dire des gens du pays. M. Lelieur de la Ville-sur-Arce (« Annales maritimes, » 1821, p. 656, 2^e^ partie) fait venir les colons des environs de Djeddah, sur la Mer Rouge, dans les premières années du XVII^e^ siècle. Les deux derniers auteurs s'appuient sur les récits des habitants, M. A. Tardieu sur ceux du géographe arabe Edrisi.

africaines, et des nombreux croisements qui ont eu lieu depuis, il est résulté une population dont la couleur varie du blanc presque pur au noir, et qui forme l'aristocratie. Le reste, composé de négres, descendant des habitants primitifs ou achetés en Afrique, est esclave; mais cet esclavage n'est guère qu'une domesticité, même assez douce. Tout le monde professe l'Islamisme, au moins nominalement. Le *Souhéli*, idiome de la côte d'Afrique auquel on a adapté les caractères de l'alphabet arabe, est le langage ordinairement employé. Les habitants notables savent l'arabe, mais, comme ils s'en servent rarement, l'habitude leur manque, et la langue de leurs aïeux est pour eux aujourd'hui comme un idiome étranger.

Les dissensions, qui suivirent la colonisation, eurent pour résultat le morcellement du territoire entre de petits chefs qui prennent fièrement le titre de sultans, et voient souvent leur autorité précaire ébranlée par des révolutions. L'état social des Arabes du moyen âge s'est conservé dans les îles où l'on voit de petites villes rappelant, avec leurs murailles flanquées de tours carrées, les vieilles bourgades de Syrie et des Régences Barbaresques. Les guerres intestines, et surtout les incursions des habitants du Nord de Madagascar qui, osant s'aventurer à 50 ou 60 lieues en mer avec leurs pirogues, faisaient régulièrement des razzias dans les Comores (1), avaient fait sentir de bonne heure le besoin de se fortifier. Malheureusement les fortifications ne se défendent pas toutes seules, et, à la nouvelle d'une invasion des Malegaches, chacun ne songeait qu'à s'enfuir. Sous le rapport moral, les habitants actuels des Comores semblent

1) Les dernières razzias de ce genre ont eu lieu vers 1816.

moins tenir de leurs pères arabes que de leurs mères africaines : les populations, qui demeurent en face sur le continent, sont très-peu guerrières. On peut dire de la généralité des insulaires des Comores qu'ils sont apathiques, mous, pusillanimes, mais par contre ils sont doux, hospitaliers, et ils possèdent une civilisation bien supérieure à celle des habitants de l'Afrique et de Madagascar. L'anglais Lancaster, en 1591, se plaint de la perfidie des habitants de Comore ; mais est-on bien sûr que ce voyageur, à une époque où les navigateurs étaient, en général, très-peu scrupuleux à l'égard des peuples primitifs, n'ait eu rien à se reprocher envers eux? Le Hollandais Houttman, en 1598, se loue beaucoup des habitants de Mayotte : dans ce temps-là, il y avait déjà, dans cette île, une population flottante assez considérable de marchands de la côte d'Afrique, de l'Arabie et de l'Inde. Pyrard, de Laval, fait les mêmes remarques: pendant les quinze jours qu'il passa à Mohéli (1602), les habitants apportèrent au navire des vivres en abondance (1). En général, les témoignages des voyageurs, depuis bientôt trois siècles, sont favorables aux gens des Comores. On trouve cependant dans le récit du naufrage de M. Le Guével de La combe (2) qu'il eut à souffrir de mauvais traitements à Mohéli : ce voyageur se plaint aussi des indigènes de Comore.

Je ne saurais dire au juste le chiffre de la population de l'archipel, 25,000 individus peut-être, à juger par

(1) Pyrard rapporte que cette population bigarrée était en relation avec les Portugais qui ne se faisaient aucun scrupule de promettre des récompenses aux insulaires, pour les engager à user de perfidie avec les autres nations.

(2) *Voyage à Madagascar et aux Comores*, publié par E. Froberville, Paris 1840.

Mayotte et Anjouan mieux connues que les autres îles. Cependant, d'après M. Lelieur de la Ville-sur-Arce (1), la population de Comore seule aurait été, en 1820, de 50,000 âmes. Cette île était alors très-peu connue et ne l'est guère encore, de sorte qu'il est difficile de dire ce qu'il en est exactement : pourtant, il est probable que ce chiffre est exagéré. On remarque quelques différences dans l'aspect de la population des diverses îles, mais le le genre de vie et les habitudes sont les mêmes. Tout le monde mâche le bétel. Le Koran est le code qui régit ces petites sociétés. Les femmes, sans être partout cloîtrées, sont étroitement surveillées par des hommes d'une jalousie excessive; aussi, je ne m'explique pas la contradiction qu'on trouve, avec les récits de tous les voyageurs, dans celui de Sharpey, qui dit que les femmes étaient si libres que leurs maris ne paraissaient pas alarmés de les voir rire et badiner avec les Anglais. Il est possible qu'à cette époque (1608), il y eût encore des fractions de la population sur lesquelles les mœurs musulmanes n'avaient pas déteint, et que Sharpey se fût justement trouvé en relation avec des gens de cette sorte.

Après avoir présenté ces notions générales, je vais essayer de faire connaître en particulier chacune de ces îles.

### *MAYOTTE.*

Mayotte ou Mahoré, en Souhéli *Maouté*, entourée d'une ceinture de récifs madréporiques qui s'étendent au large à une distance variant de deux à six milles, avait été laissée de côté par les navigateurs. Dans des *Traités*

(1) *Annales maritimes et coloniales*, 1821, 2e partie, p. 661.

*de navigation*, qui ne remontent pas plus haut que le premier quart du siècle, cette île est signalée comme dépourvue de ports, tandis qu'en pénétrant par les coupures que laissent entre eux les bancs de coraux, on arrive dans une petite mer intérieure dont les eaux sont calmes et où il y a des ancrages excellents. La ceinture de récifs enveloppe, outre Mayotte, plusieurs îlots dont les principaux sont Dzaoudzi, Pamanzi, Bouzi et Zambourou. Suivant les vues de Darwin (1), les seules qui rendent bien compte des phénomènes présentés par les formations coralligènes, les récifs de Mayotte, qui rentrent dans la classe des *encircling barrier reefs* de cet auteur, indiquent qu'à une autre époque cette île devait se montrer sous un aspect différent de celui qu'elle a aujourd'hui. Probablement, les terres séparées les unes des autres par les eaux, qui forment le petit archipel Mayottais actuel, étaient réunies, ne faisant qu'une seule île qui a été divisée en plusieurs par suite d'affaissements continus.

Des vues politiques, dont je n'ai pas à m'occuper, décidèrent l'acquisition de Mayotte par la France en 1841 (2) : la prise de possession eut lieu le 13 juin 1843. Les avantages que cette île offre, pour la défense et la

(1) Ch. Darwin. *Naturalist's Voyage round the World*, Londres 1860 ; p. 456 et suivantes.

(2) Vers 1832, un chef Sakalave renommé, Andrian-Souli, forcé de fuir de Madagascar devant les Hovas, s'était refugié à Mayotte où il avait fini par usurper toute l'autorité. Cette usurpation l'exposant à des attaques continuelles, il s'était renfermé dans les murailles d'une petite ville qui s'élève sur Dzaoudzi. Il nous céda Mayotte, en 1841, pour une rente viagère de 5000 francs. A sa mort, arrivée quelques années plus tard, il y eut bien quelques réclamations de la part de prétendants plus ou moins sérieux, mais elles n'eurent pas de suite.

navigation, ont été signalés, pour la première fois, par M. Jehenne (1) qui fit une exploration complète des passes, de l'espace compris entre les récifs, et en dressa des cartes (2) qui ne laissent rien à désirer pour l'exactitude et le fini des détails. Les *Annales maritimes* (1843 T. II) renferment le récit de ses opérations, et, dans le même recueil (1844, T. IV), on trouve une notice qui n'est guère que la reproduction du premier travail. Une autre publication, émanant du département de la Marine (*Notices sur les colonies françaises*, 1866), donne un résumé succinct des travaux des premiers explorateurs et de l'état politique, industriel et commercial du pays. Dans tout cela, il n'y a rien qui se rapporte à l'histoire naturelle, si ce n'est d'une manière très-vague, et je ne connais aucun écrit contenant des documents plus précis à ce point de vue (3).

L'île principale, Mayotte proprement dite, a une forme allongée du S.-E. au N.-O. Sa plus grande longueur est de 21 milles (près de 39 kilomètres); sa largeur varie de 2 à 8 milles (de 3 kilom. 700 à 14 kilom. 800); sa superficie est de plus de 30,000 hectares. Le profil de l'île, quand on la voit du large, est très-accidenté. Elle est traversée, dans le sens de sa longueur, par une chaîne de montagnes aux sommets inégaux qui, en réalité, ne sont pas très-élevées, mais paraissent telles à cause de leurs situations isolées et des petites dimensions de l'île. Le pic *Oshongui* (pic *Valentyn* des

(1) Alors lieutenant de vaisseau, depuis contre-amiral.

(2) Cartes nos 987 et 1046 du Dépôt de la Marine.

(3) Il est cependant probable que le premier commandant de Mayotte, M. Sander-Rang, auteur d'un manuel de conchyliologie très-estimé (collection Roret), a dû laisser des notes sur les mollusques de Mayotte, mais je n'en ai pas connaissance.

vieilles cartes anglaises), sans être le plus haut, — il n'a que 642 mètres (1), — est le plus remarquable par sa forme conique, régulière de quelque côté qu'on le regarde. Les autres grands sommets sont : *Qualey* (446$^{m}$), près du rivage, dominant la rade de Bouzi ; *Mavégani*, qui montre deux pitons quand on le regarde du Nord, le plus à l'ouest haut de 660$^{m}$, l'autre de 641$^{m}$ ; *Mousa-péré* (560$^{m}$), grosse masse de mornes superposés dont le pied touche à la côte du N.-E.; *Combani* (486$^{m}$), morne boisé, situé dans l'intérieur ; *Novoua-Moubé*, dans le Nord, reconnaissable aussi à un double sommet. Tout le sol de Mayotte est montueux et inégal, alternant par collines et par ravins profonds occupés par des ruisseaux quelquefois à sec, mais en général torrentueux dans la saison des pluies. On remarque cependant quelques plateaux étendus, principalement dans la partie occidentale. Le contour de l'île est très-irrégulier, les côtes très-dentelées, ce qui tient à l'inégal développe-

(1) Les altitudes des sommets de Mayotte sont prises sur la carte n° 1046 du Dépôt de la Marine, publiée en 1845. La carte n° 987 (partie S-E de Mayotte) publiée en 1843, quoiqu'en partie l'œuvre des mêmes auteurs, donne des altitudes différentes, en général beaucoup plus faibles. J'ai choisi celles de la carte n° 1046, parce qu'à l'époque où cette carte a été faite, l'île était mieux connue, les observations premières avaient pu être rectifiées. Cependant, voici les altitudes prises sur la carte n° 987 :

Oshongui, 580$^{m}$ ; différence en moins : 62$^{m}$.

Mavégani, grand sommet 660$^{m}$ ; petit sommet, 443$^{m}$ : diff. en moins : 198$^{m}$.

Qualey 438 ; diff. en moins : 8$^{m}$.

Je suis convaincu qu'il y a erreur, sur l'une des deux cartes, pour la différence entre les deux sommets de Mavégani. Cette différence n'est peut être pas aussi considérable que 198 mètres ; mais elle paraît, à la vue, plus grande que les 19 mètres que porte la carte n° 1046.

ment des contreforts de l'arête centrale. Ces derniers se terminent par des caps abruptes, et c'est entre eux que se sont accumulées avec le temps les terres d'alluvion. Le terrain déposé ainsi atteint quelquefois 15 mètres de puissance dans les vallées et dans les parties plates voisines de la mer, et est d'une grande fertilité. Malheureusement les montagnes et les collines occupent la plus grande partie de l'île, et le sol formé de scories volcaniques, de laves dénudées par les pluies, est improductif, surtout dans le Sud. On rencontre des basaltes, des tufs basaltiques, de la pouzzolane, des agrégats calcaires au pied des montagnes. Le sommet de celles-ci est formé d'une terre rouge qui ne peut rien produire. L'aspect de Mayotte est loin d'être engageant comme celui des autres îles de l'archipel : on ne voit que de grandes plaques de terre rouge ou blanchâtre, et, quand il n'a pas plu depuis quelque temps, des herbes brûlées par le soleil.

Nous prenions notre eau à une petite rivière qui est en face de Dzaoudzi, et dont le cours est assez rapide et l'eau plus limpide que dans la plupart des ruisseaux qu'on rencontre en grand nombre; mais cette aiguade était incommode et faisait perdre beaucoup de temps, parce qu'il fallait profiter de la marée haute pour faire remonter une chaloupe à un demi-mille de l'embouchure, puis attendre que la mer fût basse pour avoir de l'eau douce.

A un quart de lieue de Mayotte est Dzaoudzi, le siège de l'autorité française. C'est un pâté rocailleux, d'origine ignée, couvert d'habitations, et dont les fortifications commandent deux excellentes rades, l'une au Nord, l'autre au Sud. Avant notre occupation, il y avait déjà quelques puits qui donnent de l'eau légèrement saumâ-

tre, mais à laquelle on s'habitue au bout de peu de temps.

Une chaussée étroite unit Dzaoudzi à Pamanzi. Ce dernier îlot, le plus considérable après Mayotte, se compose d'une série de monticules tout-à-fait incultes où pousse naturellement une grande herbe dure, qui fait pourtant un bon paturage : ce n'est que dans le fond des ravins qu'on rencontre quelques arbrisseaux rabougris. L'îlot n'a pas d'eau douce courante : on y trouva quelques puits dont l'un avait 17 mètres de profondeur. Dans la partie méridionale, qui est basse, on voit quelques palétuviers au bord de la mer. C'est dans cette plaine que commençaient à s'élever de modestes constructions, éléments d'une ville future dont le centre était marqué par un gros *baobab* (1) qu'on avait respecté. Le point culminant de Pamanzi est à 208 mètres au-dessus de la mer. Dans la partie Nord, on remarque une boursouflure de terrain cratériforme. Le fond de cet entonnoir circulaire, dont le diamètre est de 400 m. environ (2), est occupé par un lac d'eau sulfureuse, excellente, dit-on, pour la guérison des blessures et des affections cutanées. La nature aurait placé le remède à côté du mal, car les maladies les plus communes sont les plaies aux jambes et la gale, qui paraît chose si naturelle que personne ne pense à s'en préserver. La surface du lac est sensiblement de niveau avec la mer : on m'a affirmé qu'elle suivait les oscillations des marées, mais je n'ai pas été à même de vérifier ce fait qui me paraît controuvé : rien, dans l'aspect des bords, n'in-

(1) Voir à la fin du mémoire, dans l'énumération des plantes des Comores, ce qu'on entend par les *baobabs* qu'on trouve dans les îles.

(2) Carte n° 987 du Dépôt de la Marine.

dique de pareilles oscillations La profondeur au milieu est de 15 mètres. On n'a pas gardé le souvenir d'éruptions de cet ancien volcan.

Bouzi, au S.O. de Pamanzi, a une hauteur de 163 m. à son point culminant. Cet ilot est rocailleux, couvert de broussailles ; cependant une petite partie est cultivée.

Zambourou, dans le Nord de Mayotte, n'a pas de terre végétale : on trouve beaucoup de chèvres sauvages sur ce gros ilot escarpé.

Sept coupures principales dans les récifs servent à pénétrer dans la petite mer intérieure où il y a d'excellents mouillages, surtout dans la partie comprise entre Mayotte, Dzaoudzi et Pamanzi. En outre, les rivages découpés de Mayotte ont des rades qui sont plus ou moins sûres selon la saison. Au Nord-Est, la baie de Longoni, bien abritée des vents du S.E. au S.O.,a un petit port naturel très-convenable pour le carénage des navires. La baie la plus vaste est celle de Bouéni, à la côte occidentale. Elle est entourée de hautes montagnes qui l'abritent: l'aspect des environs est agréable, le terrain favorable à la culture, l'eau excellente. On y trouve des bois de construction ; les madrépores fournissent de très-bonne chaux. Un grand inconvénient, c'est l'enfoncement de cette baie qui permet difficilement aux brises de la journée d'arriver jusqu'au rivage : aussi y fait-il souvent calme et très-chaud (1).

Les marées sont fortes. Aux équinoxes, la mer marne de $4^m$ 11. Les courants sont variables en force et en direction suivant l'heure de la marée ; ainsi au com-

(1) Au delà de Bouéni, vers le Nord, on voit quelques ruines qui ont appartenu à *Chingouni*, l'ancienne capitale de l'île, bâtie probablement vers le milieu du XVI$^e$ siècle.

mencement du flot, avant que les récifs laissés à sec par le reflux soient recouverts, les eaux, entrant par ces canaux étroits, ont une vitesse qui diminue quand elles s'étendent sur une vaste surface. Cette vitesse est quelquefois de trois milles à l'heure dans les passes.

La température, à midi, varie de 29 à 31°, en mars et en avril, et ne dépasse guère 34° au fort des chaleurs. La moyenne annuelle est de 27°, 20. La saison des pluies, l'hivernage, est déterminée par les lunes de décembre et de mars. Dans le Sud de l'île, les pluies sont moins abondantes à cette époque que dans l'Est : le contraire a lieu pendant la belle saison.

Mayotte a toujours passé pour la plus saine des îles Comores : j'ai déjà dit ce qu'il fallait entendre par là. Dans les commencements de l'occupation, les fièvres sévirent sur les arrivants parmi lesquels la mortalié fut grande. Il peut se faire cependant que le climat ne soit pas seul coupable. Il faut tenir compte de l'état de saleté de la petite ville de Dzaoudzi, dans laquelle on fut obligé de se loger, des travaux de terrassement exécutés, et surtout des excès alcooliques auxquels se livraient les marins et les soldats. Néanmoins le séjour de Mayotte réclame de grandes précautions hygiéniques : il faut d'abord éviter, avec un soin égal, le grand soleil et la fraîcheur des nuits. A l'époque de ma visite, Dzaoudzi, balayé par la brise, était le point le plus salubre. Quelques hommes, qui exploitaient à la grande terre (Mayotte) un jardin potager pour le besoin de la garnison, étaient obligés de venir coucher sur un navire à l'ancre à Dzaoudzi. On avait installé un poste dans les montagnes avec l'idée que l'air y serait plus sain, mais on fut vite détrompé.

Comparée aux autres îles de l'archipel, Mayotte est

peu boisée; cependant on trouve quelques beaux arbres dans les vallées. Au Sud de l'île, au pied du mont Oshongui, il y a une petite forêt qui fournit aux Mayottais des bois pour la construction de leurs *boutres*, bateaux de 10 à 30 tonneaux employés au cabotage : on reconnaît les essences de Madagascar.

Dans les parties cultivables, évaluées par M. Jéhenne au quart de sa superficie, Mayotte peut fournir les mêmes produits que la Réunion. Le Sud et le Sud-Ouest de l'île abondent en bananiers et en cocotiers qui poussent sans soins : les noix de coco sont remarquables par leur grosseur. Une variété de bananiers se recommande par ses fruits savoureux. Les orangers, les tamariniers, les goyaviers et d'autres arbres fruitiers des tropiques, sont nombreux à l'état sauvage : quelques uns de ces arbres, greffés et soignés, donneraient des produits excellents.

Un des premiers effets de l'occupation français ayant été le retour de la paix et de la sécurité, plusieurs centres de population abandonnés se repeuplèrent de nouveau, (1) ce qui amena le développement de certaines cultures de plantes alimentaires, telles que le riz, le maïs, le manioc, la patate douce, etc. Au 1er janvier 1863, plus de la moitié de la surface totale de l'île avait été concédée à des colons, et bien qu'une très-petite fraction de terrain, mille hectares seulement, fût mise en valeur, on compta bientôt dix-huit exploitations de cannes à sucre, dont onze pourvues de machines pour fabriquer le sucre. En 1862, la production du sucre brut avait été de 1,958,000 kilog., à quoi il faut joindre une notable quan-

(1) A l'époque de la prise de possession, il y avait à Mayotte peut-être 1200 habitants.

tité de sirops, de mélasses et de rhum (1). Le *borer* (*Borer saccharellus*, Guenée), cet insecte qui a fait tant de mal aux cannes à Maurice et à la Réunion, fut signalé à Mayotte en 1858, mais il paraît avoir tout-à-fait disparu à la suite des incendies volontairement allumés pour le détruire (2). On a fait aussi quelques plantations de café, de vanille, de girofle, de cacao, mais sur une petite échelle. Les caféiers n'ont pas répondu aux espérances qu'on fondait sur eux (2); cependant, comme ces arbrisseaux poussent spontanément, il y a lieu d'espérer que quelques études sur le choix du terrain, et sur les soins à leur donner, conduiront à des résultats plus favorables.

Tout ce qui précède n'est guère que la répétition des observations de M. Jéhenne, dont j'ai pu vérifier la rigoureuse exactitude. J'aurais voulu y joindre des renseignements précis sur l'histoire naturelle, mais pendant mon séjour, marqué par un accident de mer qui aurait pu avoir des suites désastreuses, le temps m'a manqué pour étudier les représentants du Règne animal.

Ils doivent être les mêmes que dans les autres îles de l'archipel et se retrouvent, sans doute, dans le Nord de Madagascar : c'est ce qui m'a semblé pour certaines espèces de pigeons et de tourterelles, assez communes dans les vallées boisées, et pour les oiseaux de mer et de rivage, très-communs et très-variés, surtout à la côte occidentale. En fait de reptiles, je n'ai vu que de petits lézards de petits geckos, très-répandus dans tou-

(1) *Notices sur les colonies françaises*, 1866. La production du sucre a été de plus de 3000 tonnes en 1869. (Exposé de la situation de l'Empire, *Journal Officiel* du 12 janvier 1870.)

(2) *Notices sur les colonies françaises* 1866.

tes les maisons où on les voit courir le long des murailles et contre les plafonds, ce qui, soit dit en passant, n'est pas sans causer quelque émotion aux personnes qui ne sont pas habituées aux contrées tropicales.

Les bois servent de retraites à des makis bruns.

Au contraire de ce qui a lieu dans les autres îles, la mer est poissonneuse; ce n'est pas du reste surprenant, les récifs offrant des refuges et abritant des plages favorables aux poissons (1). Je ne saurais dire si, parmi ces derniers, il n'y a pas des espèces dangereuses à manger à certaines époques, le fait se présentant presque partout où il y a des récifs madréporiques. Les coraux servent aussi de demeure à une nombreuse population de mollusques, d'annélides et de crustacés. Les tortues de mer (tortues franches) y sont très-communes; le caret (tortue à écaille) s'y montre aussi, mais beaucoup plus rarement. Les insectes ne m'ont pas paru très-nombreux, mais il y en a encore trop de nuisibles, moustiques, puces, cancrelas, etc.

La population indigène est composée de gens de diverses races : tous ont pour caractères communs une saleté au delà de toute expression, une paresse insurmontable; mais, en compensation, ils ont ce que j'appellerai les qualités de leurs défauts, c'est-à-dire qu'ils sont hospitaliers, d'un caractère facile, à condition pourtant que leurs femmes ne soient pas en jeu, car ils sont d'une jalousie et d'une susceptibilité extrêmes à cet endroit. L'élément arabe constitue l'aristocratie, mais pas un de ses représentants n'a conservé le type pur des Arabes, à la suite des croisements nombreux avec les habitants

(1) M. Jehenne cite l'exemple de l'équipage de la *Lionne* prenant de 100 à 150 kilog. de poissons en un quart d'heure.

primitifs (1). Les *Antalaots*, comme on appelle ces métis d'arabes, sont principalement adonnés au commerce maritime et ont des habitudes nomades.

Le type pur des aborigènes n'existe pas non plus à Mayotte aujourd'hui. Les révolutions, qui avaient forcé Andrian-Souli à s'y réfugier, y ont amené un certain nombre de Sakalaves du Nord-Ouest de Madagascar. Les exploitations agricoles et les travaux du gouvernement ont fait introduire des travailleurs appartenant à diverses races de la côte d'Afrique. On avait tenté l'introduction des coolies de l'Inde, mais elle n'a pas eu de succès. D'après les derniers récensements (2), la population entière serait de près de 5000 individus, sur lesquels les Européens, en dehors des troupes et des employés de l'Etat, comptent pour 77, les travailleurs engagés (3) pour 1750, et la population indigène sédentaire pour près de 3000.

### *ANJOUAN.*

Anjouan, *Innzouân* des indigènes, dont les Anglais ont fait *Johanna*, a été de bonne heure la plus fréquentée des Comores par les raisons que j'ai données, un mouillage qu'on peut gagner et quitter aisément, la facilité de se procurer de l'eau excellente et des rafraîchissements assez abondants. Les navires anglais allant dans l'Inde y relâchaient très-souvent : la politique de l'Angleterre était d'entretenir des relations très-amicales

(1) Il arrive de rencontrer à Mayotte, et dans les autres îles, des Arabes purs : ce ne sont pas des indigènes des Comores, mais des voyageurs que leurs affaires ont amenés de la Mer Rouge, de Zanzibar, etc.

(2) *Notices sur les colonies françaises*, 1866

(3) Il n'y a plus d'esclaves à Mayotte depuis 1848.

avec les habitants qui sont, du reste, d'un caractère doux et de mœurs hospitalières. A l'époque de ma visite, il venait encore à Anjouan une cinquantaine de navires par an, principalement des baleiniers américains : aussi la plupart des habitants parlent un jargon anglais plus ou moins correct.

L'île, dont le périmètre est de près de 80 milles (148 kilom.), a la forme générale d'un triangle dont le côté qui regarde le Nord, ou mieux le N.N.O., se creuse en une vaste baie où se trouve la petite ville de Mousha-moudou, résidence du sultan, et le principal mouillage. De certains points, l'apparence d'Anjouan rappelle, ainsi que le dit avec justesse le capitaine Nolloth (1), les tableaux de la hauteur comparative des montagnes à l'usage des écoliers, le pic le plus élevé atteignant la hauteur de 1770 mètres (1). Ce pic est à-peu-près au milieu de l'île, un peu plus près cependant de la côte Sud-Ouest.

Les côtes sont abruptes, bordées de galets, en certains endroits de coraux, entre autre sur la côte occidentale et à la pointe Nord-Ouest de laquelle se détachent un récif et un gros îlot auquel sa forme a fait donner le nom d'Ile de la Selle. Les côtes d'Anjouan n'ont pas été explorées à fond; aussi ce n'est que sous toutes réserves que je considère ce dernier récif comme tenant à la terre, par conséquent rentrant dans la classe des *fringing reefs* de Darwin. S'il en est ainsi, il indiquerait que le mouvement d'affaissement de l'île aurait été insensible depuis le développement des madrépores, au lieu d'être prononcé comme à Mayotte. Peut-être même

(1) *Nautical Magazine*, février et Mars 1857, *Voyage de la corvette de S.M.B. « Frolic »*.

y aurait-il eu un mouvement de soulèvement, ce qui serait démontré par la présence de restes organiques au dessus du niveau actuel de la mer : toutes ces recherches sont à faire.

La pointe, qui termine la baie de Moushamoudou du côté du Nord-Est, est entourée d'un récif qui s'avance au large; le cap du S.O. de l'île également ; ailleurs, du moins autant qu'on a pu le vérifier, les coraux ne s'écartent pas beaucoup de terre.

Rien de plus pittoresque que l'aspect d'Anjouan. « Pour le trouver tel, dit un voyageur anglais, M. Grosse » (1), il n'est pas nécessaire de penser qu'Aujouan est » un lieu de relâche où l'on arrive après une longue » et ennuyeuse navigation. De hautes collines ombra- » gées d'une verdure fraîche et perpétuelle qui descend » jusqu'au bord de la mer, variées par de belles clai- » rières et coupées par de profondes vallées, s'élèvent » majestueusement les unes au-dessus des autres ». Le second plan est formé par une chaîne de montagnes, dont une végétation vigoureuse escalade les flancs jusqu'au sommet du pic le plus élevé qui est souvent perdu dans les nuages.

L'action éruptive paraît avoir été considérable à Anjouan. A voir la grande baie de Moushamoudou, ou du Nord, on dirait un vaste cratère à demi effondré. De riantes vallées séparent des vallées de formation lavique, dont les arêtes, inclinées vers la mer, convergent vers le centre de la dépression. La largeur de la baie, depuis le cap qui la termine à l'Est jusqu'à l'île de la Selle, du côté de l'Ouest, est de 17 milles : la flèche de l'arc que décrit le rivage en mesure 4 ou 5. Des rochers es-

(1) *Encyclopédie moderne*, Art. « *Comores* ». T. X.

carpés, des cascades se précipitant au milieu de la verdure, font une splendide décoration. Les forêts de cocotiers arrivent jusqu'au rivage, laissant entre leurs stipes élancés un passage facile, tandis que leurs cimes forment un abri protecteur contre les rayons du soleil.

La baie est ouverte du N.-E. au N.-O., de sorte que pendant la mousson de Nord elle n'est pas sûre, d'autant plus que, la profondeur de l'eau étant très-grande, les navires sont obligés de jeter l'ancre tout près de terre, dans l'Ouest de la ville, devant un bois de cocotiers d'où sort un beau ruisseau. A partir de la grève, sur une distance de 35 à 40 mètres, la profondeur augmente peu à peu, graduellement : à partir de là, elle croît rapidement, de 5 à 6 mètres à la fois, jusqu'à un demi-mille (925 mètres) du rivage, où la sonde rapporte 77 mètres. A un mille, on trouve 630 mètres fond de vase molle et noire. Près de terre, le plomb ramène du sable noir, avec des débris de coquilles et de madrépores (1). Les violentes rafales, qui tombent des terres hautes, exigent des précautions dans la manœuvre des navires ; mais elles rafraîchissent l'air, et sans elles la chaleur serait accablante.

Il y a, dit-on, dans la partie sud de l'île, deux bons mouillages accessibles à toute espèce de bâtiments ; mais n'ayant été fréquentés que par des *boutres*, peut-être aussi par quelques baleiniers, ils sont à peu près inconnus : tout ce qu'on en sait, c'est que les navires sont obligés de rester très-loin de terre à cause des bas-fonds, et que le débarquement est incommode.

Les courants se font sentir avec assez de force autour de l'île, surtout dans la baie du Nord.

(1) Capitaine Nolloth, *loco citato*.

Selon M. Frappaz (1), il y aurait à Anjouan des indices certains de mines de fer ; mais les habitants ne savent pas les exploiter, et leur paresse naturelle s'opposerait d'ailleurs à un travail aussi sérieux.

Bien qu'on voie partout les preuves d'une violente action ignée écrites dans des débris, des blocs de lave, des pierres légères et poreuses comme des pierres-ponces, l'intérieur de l'île est aussi riant que les côtes. Outre les cocotiers, dont les fruits sont les plus gros que j'aie jamais vus, on rencontre encore, dans les lieux incultes, de véritables forêts de bananiers, des groupes de manguiers, de tamariniers, des fouillis de goyaviers, entrecoupés de petites cultures, très-négligées, il faut l'avouer. Les végétaux principalement cultivés sont : le riz sec, planté sur les pentes des montagnes, le maïs, le mil, le manioc, les patates douces, un peu de gingembre et de coton, des cannes à sucre desquelles on ne sait extraire qu'une mauvaise mélasse. L'indigo croît spontanément, mais, bien qu'il soit très-beau, on n'en tire aucun profit. On rencontre fréquemment des orangers, des citronniers, des pamplemousses, des grenadiers, des jacquiers, etc., etc ; on cultive même quelques vignes en treilles, donnant du raisin passable. Tout cela est très-négligé ; mais les succès obtenus par les colons de Mayotte auraient, paraît-il, éveillé un peu d'émulation chez les Anjouanais : sortant de leur apathie naturelle, ils ont défriché une partie considérable de terrain pour faire des plantations de café et de cannes à sucre. Je suppose qu'on aura en même temps perfectionné les procédés rudimentaires,

(1) Voyage à Madagascar, à Anjouan, aux îles Séchelles, sur la goélette le *Lys*, « Annales maritimes et coloniales, » 1820, 2e partie.

que j'ai vus en usage pour extraire le jus de la canne et le convertir en sucre.

On retrouve les bois de construction de Madagascar, le *nate*, l'*alo*, l'*azign*, le *tatamaka*, etc., etc. ; mais l'exploitation en est très-difficile dans un pays aussi accidenté et dépourvu de voies de communication.

Dans les clairières paissent, malheureusement en trop petit nombre, des bœufs à bosse (zébus), pesant de 150 à 200 kilogrammes au plus. Les moutons sont très-rares; les chèvres sont plus communes, et même quelques auteurs, entre autres M. Lelieur de la Ville-sur-Arce (1), signalent une espèce originaire d'Afrique, très-grosse, donnant autant de lait qu'une vache, et ayant trois ou quatre petits à la fois. Il y avait autrefois quelques chameaux, des chevaux, des ânes et des mulets; mais tous ces animaux ont été détruits par les incursions des Malegaches. On ne voit ni chiens ni porcs. L'absence de ces derniers n'a rien qui surprenne dans un pays peuplé de musulmans (2) ; mais la même réprobation paraît s'étendre aux chiens chez les Mahométans de la côte orientale d'Afrique, bien différents en cela de leurs corréligionnaires de Constantinople où l'on rencontre sans cesse des bandes de chiens errant dans les rues (3).

Les forêts servent de refuge à des chats devenus sauvages et à des makis bruns très-nombreux. Il y a, dit-on,

(1) *Annales maritimes et coloniales*, 1821. 2me *partie*. « Description des Comores. »

(2) Il y avait des porcs à Anjouan avant l'arrivée des Arabes. (Frappaz. *loc. cit.*)

(3) Nous avions, sur le navire, un chien qu'à Zanzibar on fut obligé d'empêcher d'aller à terre, parce que, quand il paraissait dans les rues, et surtout dans les bazars, c'était un sauve-qui-peut général.

des singes. Je ne pourrais affirmer le fait *de visu*, et de plus, je n'y crois pas. S'il est vrai, c'est une différence à constater avec Madagascar où les quadrumanes sont représentés par les Lémuriens. A Mayotte, dont l'intérieur est bien mieux connu depuis que nous nous y sommes établis, on n'a trouvé que des makis et pas de singes. Les autres mammifères terrestres d'Anjouan sont des chauves-souris et de grosses roussettes, des rats excessivement nombreux et des souris, faisant beaucoup de mal aux plantations.

M. Frappaz dit qu'en juin, juillet, août et septembre, ces parages abondent en énormes baleines, mais que les habitants ne savent pas en faire la pêche. Il y a vingt ans, les Américains faisaient d'abondantes récoltes d'huile de cachalot dans les environs des Comores. J'ai vu, pour ma part, outre des cachalots, de grands cétacés (*Humpbacks* des baleiniers) dans les canaux qui séparent les îles, et sur la rade de Mohéli (1).

Les oiseaux domestiques sont les poules et les pigeons, ces derniers assez rares. L'ornithologie compte des représentants nombreux et variés. Nos chasseurs trouvaient dans la campagne des cailles, des pintades et plusieurs espèces de pigeons sauvages.

Sauf des lézards et des geckos, nous n'avons pas rencontré de reptiles. Les habitants s'accordent tous pour dire que l'île ne renferme pas d'animaux vénimeux réellement nuisibles. Je ne compte pas, bien entendu, les cancrelas, les mouches, les moustiques, etc., etc., insec-

(1) Je ne saurais dire si la pêche du cachalot dans le canal de Mozambique et à la côte orientale d'Afrique, se poursuit encore aujourd'hui : probablement que non, les cétacés ayant été sans doute, comme ailleurs, détruits par les pêcheurs.

tes très-incommodes, mais non dangereux. En compensation de ces pestes inhérentes aux pays chauds, il y a, à Anjouan, de nombreux essaims d'abeilles qui fournissent du miel en abondance.

La mer est peu poissonneuse. La pêche ne m'a pas paru être une industrie très-suivie. Le ruisseau, devant le mouillage, était peuplé de palémons et de magnifiques anguilles qu'on prenait sans peine, en retournant les pierres de son lit.

La conchyliologie maritime est à-peu-près nulle, ce qui n'a rien de surprenant à cause de la nature de la plus grande partie des côtes et du manque de plages; mais il n'en est sans doute pas de même des mollusques terrestres et fluviatiles qui trouvent ici toutes les conditions favorables à leur existence. Ce sera toujours un de mes grands regrets que les circonstances et le manque de temps ne m'aient pas permis de parcourir l'intérieur de l'île, car nous n'étions pas gens à nous inquiéter d'une course au soleil; mais il fallut borner nos promenades au voisinage immédiat de Moushamoudou.

Cette bourgade, composée de masures construites en galets reliés avec de la chaux de corail, est un fouillis de ruelles tortueuses, de cloaques où toutes les ordures sont déposées avec une incurie qui doit singulièrement aider au climat pour faire à Anjouan une réputation méritée d'insalubrité. D'autres villages sont également bâtis dans des vallées, au voisinage d'eaux stagnantes. Les habitants sont eux-mêmes très-sales, et cette saleté contraste avec les majestueux costumes orientaux que le sultan et ses principaux officiers prennent dans les grandes circonstances. On rencontre bon nombre d'individus qui, malgré un teint cuivré, des lèvres grosses, et d'autres traits indicateurs du métissage, ont de

belles têtes et beaucoup de physionomie(1). Malheureusement tous ont la bouche gâtée par l'usage du bétel. Leur barbe, plus fournie aux coins du menton qu'au milieu, leur donne un cachet tout-à-fait arabe. Ce sont de scrupuleux observateurs de la loi de Mahomet : leur caractère est le même que celui des habitants des autres îles, très-peu énergique, ce qui tempère le fanatisme religieux. Je ne dirai rien de leurs femmes, n'en ayant pas vu une seule : elles sont sévèrement cloîtrées. Tous les hommes savent lire et écrire. La pratique de plusieurs arts mécaniques, entre autres la tissanderie et l'orfévrerie, est assez répandue. Les fabricants de bijoux nous demandaient à échanger des pièces d'or contre des pièces d'argent, et, pour cet échange, ils offraient un bénéfice de cinquante pour cent. Les bijoux sont assez élégants, et l'infériorité des outils employés fait ressortir l'habileté des ouvriers.

Le nombre des habitants est, dit-on, de 10,000, sur lesquels il faudrait compter 2,000 esclaves provenant de la côte d'Afrique, qui exécutent presque tous les travaux : je crois le chiffre total de 10,000 exagéré. Quoi-

(1) Ces Egyptiens ou Arabes (venus de la mer Rouge, vers la fin du XVI^e^ siècle) trouvèrent l'île habitée par des sauvages semblables aux Malegaches. « Ils fuyaient à leur aspect : » ils n'avaient ni pirogues, ni armes, ni vêtements, et se nour» rissaient de cochons marrons ou de cabris, qu'ils tuaient à » coups de bâton. Les Arabes ramenèrent peu-à-peu ces sauva» ges par de bons traitements, et ils leur donnèrent en pro» priété une petite île adjacente pour y vivre libres à leur » manière. Dans la suite, ces insulaires, plus civilisés, vinrent » habiter la grande terre et fraterniser avec les nouveaux habi» tants. » (Frappaz ; *Voyage à Madagascar, à Anjouan, aux I. Séchelles sur la goélette le* Lys ; Annales maritimes et coloniales, 1820, 2^e^ partie. p. 245.)

que peu marins, les Anjouanais voyagent sur mer volontiers. Il y avait près de la ville un chantier pour la construction des *boutres*. Quelques-uns de ces bateaux vont jusque dans l'Inde, en profitant des moussons. Les pirogues, que nous avons vues à Moushamoudou, sont petites et incommodes, à deux balanciers.

A l'époque de notre passage à Anjouan, nous y rencontrâmes deux Anglais qui venaient d'y arriver, l'un comme négociant, l'autre comme agent consulaire. Les anciennes relations de l'Angleterre avec Anjouan, et surtout la surveillance de notre établissement de Mayotte (créé pour remplacer l'Ile-de-France perdue), sont des raisons suffisantes pour expliquer la présence d'un agent anglais dans les Comores. Grâce à la faveur dont les récits de voyage jouissent en Angleterre, où l'on est toujours désireux de savoir ce qui se passe au loin, il est probable que ces deux Anglais auront publié sur Anjouan des documents plus complets que tout ce que l'on a eu jusqu'à présent, mais rien n'est parvenu à ma connaissance (1).

## *MOHÉLI.*

Mohéli est marquée *Mohilla* sur la plupart des cartes, d'après les Anglais dont l'orthographe a pour effet de dénaturer presque tous les noms : du reste, nous ne som-

(1) Nous avons trouvé des vieillards qui se souvenaient du séjour que firent à Anjouan quelques-uns des déportés de la *Machine infernale* qui avaient naufragé dans les Comores. La relation du naufrage, écrite par l'un d'eux, était conservée dans une famille. Comme preuve de l'ancienneté des bons rapports des Anjouanais avec la France, le Sultan Sélim nous montra un certificat donné à l'un de ses prédécesseurs par l'amiral Linois, le 5 Thermidor an XII.

mes pas tout-à-fait sans reproches pour l'appellation que nous avons adoptée : *Mouali* serait plus conforme à l'orthographe arabe. C'est la plus petite des quatre îles de l'archipel. Sa forme est arrondie : son diamètre est approximativement de 10 à 12 milles, et elle est bordée de réeifs madréporiques qui vont quelquefois jusqu'à 3/4 de mille de terre. Les montagnes et les collines, qui font le relief de Mohéli, sont moins élevées et surtout moins escarpées qu'à Mayotte et à Anjouan: leur pente, beaucoup plus douce, se prolonge sous l'eau, car on trouve, en dehors du récif, des sondes augmentant graduellement. A 2 milles du rivage, le plomb n'aeeuse que 40 ou 50 mètres de profondeur. Mais les sondages donnent des résultats très-inégaux, souvent à de très-petites distances. Cela provient peut-être de ce que les aeeidents de terrain, qu'on remarque sur l'île, se prolongent sous les eaux, ou de ce que eertaines parties du fond, sur lesquelles ne se déposent pas de sédiments nuisibles à la présence ou à l'accroisement des eoraux, ont été envahies par les madrépores. Les récifs attenant au rivage, par conséquent rentrant dans la catégorie des *fringing reefs* de Darwin, indiquent que les mouvements du sol, de haut en bas, ont été, de même qu'à Anjouan, moins considérables qu'à Mayotte. Il est même à supposer, d'après la nature de certains dépôts remarqués au pied des collines qui circonscrivent la plaine où est la ville de la reine, que cette plaine était autrefois sous les eaux de la mer, et qu'elle a été exondée.

Mohéli n'est pas très-fréquentée. Le mouillage devant la petite ville où réside la reine (1) est en pleine eôte,

(1) Lorsque Radama, roi de Madagascar, mourut en 1828, son cousin Ramanétak devait lui succéder, mais il fut écarté du

dans le N. E., très-exposé à certaines époques de l'année, et toujours incommode à cause de son fonds inégal, parsemé de pâtés de coraux qui sont comme de gigantesques champignons, sous lesquels les navires peuvent engager et casser leurs ancres. Devant la ville, le récif se creuse de manière à faire un petit bassin où l'on arrive par un chenal étroit, et dans l'intérieur duquel peuvent se tenir quelques bateaux avec les vents de Sud. Pendant la mousson de Nord-Est, ils vont mouiller dans le Sud de l'île, où se trouve un autre centre de population, *Numa-Choa*, avec un port passable (2), abrité en partie par des îlots réunis par un banc de coraux que les navires peuvent franchir sans danger ; car, bien qu'on distingue parfaitement le fond, il y a treize ou quatorze mètres d'eau.

Le sol de l'île, très-accidenté, est gras et plantureux, arrosé par de nombreux cours d'eau. Les montagnes sont boisées à partir de leur base jusqu'aux deux tiers de leur hauteur, et couvertes de grandes herbes à leur sommet. On y voit les mêmes arbres qu'à Madagascar. Dans la plaine où est la ville, on remarque, en approchant de la mer, de gros baobabs (2). L'un d'eux, à sa

trône par l'usurpatrice Ranavalo. Pour sauver ses jours, il se réfugia à Mohéli avec quelques fidèles, et finit par devenir maître de cette petite île où il mourut. Il eut pour successeur sa fille Youmbé-Soudi, qui est venue à Paris en 1868.

(1) Carte n° 1221 du dépôt de la marine. (Mouillages du Sud de Mohéli).

(2) Ces *baobabs* me paraissent différer de l'*Adansonia digitata* et se rapporter au genre *Ophelus*, de Loureiro, créé par cet auteur pour un arbre de la côte orientale d'Afrique, que plusieurs botanistes ne croient pas, du reste, devoir séparer du genre *Adansonia*. Voir, à la fin du Mémoire, l'énumération des plantes.

sortie de terre, se partage en quatre troncs : l'ensemble, que j'ai mesuré, n'a pas moins de 40 mètres de tour. Aux environs de la ville, on cultive — mais avec la plus profonde incurie, — des patates douces, du manioc, des *ambrevates*, et quelques bananiers dont les fruits ont une réputation bien méritée. Toutes les cultures tropicales réussiraient certainement sur la lisière de terrain plat qui borde la mer, mélange de débris de madrépores et de sables volcaniques.

Un beau ruisseau vient se perdre dans l'Ouest de la ville, encaissé dans une gorge aux parois de basalte. Les sentiers, qui suivent les rives, sont bordés de Cycadées et de grands arbres enchevêtrés de lianes. Cet endroit écarté est animé par plusieurs espèces de passereaux aux couleurs brillantes, le beau martin-pêcheur de Madagascar, un héron, deux geais (?), des pigeons, dont une jolie espèce au plumage vert avec des reflets métalliques, un pluvier, un corbeau noir et blanc, des éperviers, etc. Tous ces oiseaux sont très-peu farouches : la rareté des armes à feu et de la poudre est, sans doute, cause qu'on ne les dérange jamais. Pendant le jour, de grosses roussettes restent accrochées, en troupes, aux branches des arbres. Ces animaux, qui ne se nourrissent que de fruits, sont considérés, par quelques personnes, comme un gibier comparable au lapin : je n'y ait goûté qu'avec trop de répugnance pour porter un jugement impartial. Les petits bassins, que forme le ruisseau, sont pleins de poissons et de palémons. De grosses araignées, de même qu'à Mayotte et à Madagascar, tendent, d'un arbre à l'autre, leurs immenses toiles, faites avec un fil très-résistant, de couleur jaune citron.

La petite ville de la reine renferme quelques masures en pierres, mais la plupart des habitants vivent dans des

cases en paille. La seule eau qu'on y boive provient de puits sales et infects, comme tout le reste. Deux ou trois maisons, un peu plus spacieuses, servent de mosquées; mais rien ne distingue des autres ces *cases bon Dieu*, comme les appelait mon cicérone.

Par suite des événement politiques, la population est encore plus bigarrée que dans les autres îles. L'élément noir domine. On reconnait des Antalaots, métis d'Arabes plus ou moins purs, des Hovas venus de Madagascar avec Ramanétak, des Sakalaves, des Câfres et d'autres esclaves originaires de la côte d'Afrique. Un Arabe m'a affirmé que la population atteignait le chiffre de 4,000 individus. Au milieu de toute cette barbarie, on voit pourtant, dans la ville, plusieurs écoles où les petits Antalaots apprennent la lecture, l'écriture et les premiers éléments du calcul.

Les femmes esclaves, presque toutes originaires du pays des Macouas, à la côte d'Afrique, sont hideuses. Leur tête rasée, leur corps nud, couvert de tatouages par scarification et de plaies, leurs seins pendants, leur allure bestiale, leur saleté, en font déjà des objets repoussants, mais elles trouvent encore moyen d'enchérir sur cette laideur. Elles ont le lobe de l'oreille tiré et percé d'un grand trou dans lequel elles mettent, comme ornement, un gros bouton de métal ou de cuir. Leur front et leurs joues sont sillonnées de balafres ; la lèvre supérieure est percée d'un trou qu'elles bouchent avec une piastre, ou à défaut, avec un morceau de bois de même dimension, disposé de manière à projeter la lèvre en avant, de sorte que, vues de profil à quelque distance, elles semblent avoir un bec de canard. Quand elles ôtent ce singulier et incommode ornement, la lèvre supérieure retombe sur l'inférieure qu'elle recou-

vre tout-à-fait, et, par le trou béant, coule sans cesse la salive rouge comme du sang que provoque abondamment la mastication du bétel (1).

L'industrie est presque nulle. Un peu de riz et du bois de chauffage sont à-peu-près les seuls produits qu'on échange contre les objets manufacturés, apportés d'Anjouan, de Mayotte et de Zanzibar. Le peuple paraît peu adonné à la navigation : je n'ai vu que quelques pirogues mal faites. Une population moins apathique tirerait pourtant des ressources de l'île. Les petits bœufs, qui errent sur les montagnes, témoignent par leur embonpoint de la bonté des pâturages ; les volailles sont passables ; les canards de Barbarie atteignent une grosseur remarquable sans qu'on prenne d'eux le moindre soin.

## *COMORE.*

Je n'ai pas eu l'occasion de visiter Comore ou Angaziga : j'ai seulement longé de près son côté occidental.

(1) Cette déformation de la lèvre supérieure se retrouve chez quelques peuplades de l'intérieur de l'Afrique orientale. On lit dans l'*Illustrated London News*, du 20 nov. 1869, à propos d'esclaves trouvés sur un boutre arabe, capturé par le croiseur anglais le *Lynx* :

« Une de ces esclaves était une vieille femme des environs » du lac Nyassa : elle avait rencontré autrefois le Dr Living- » stone dans ce district..... Sa lèvre supérieure était percée » pour recevoir le *péleté*, ornement d'étain brillant, quelque- » fois de dimensions telles que la lèvre se projette en avant » comme un bec de canard. Ses bras et son corps étaient cou- » verts de scarifications figurant des étoiles, des cercles ou » d'autres dessins. La peau nouvelle, qui s'était faite sur ces » marques, paraissait claire et rougeâtre en comparaison de la » teinte générale, plus sombre, du reste du corps. »

Avant l'application de la vapeur à la navigation, on fréquentait peu cette île qui n'a que des mouillages dangereux, en pleine côte, où l'on est obligé de jeter l'ancre par 50 ou 60 mètres de fond, presque à toucher le rivage.

Comore s'étend, du Nord au Sud, sur une longueur de dix à onze lieues, et peut en avoir cinq ou six de large. A chaque extrémité s'élève une montagne en forme de tronc de cône. Celle du Sud est la plus haute Je n'ai pu savoir quelle est au juste son altitude : on lui donne quelque chose comme 2600 mètres. On m'a affirmé qu'on l'avait vue à 90 milles de distance.

La partie occidentale est très-boisée vers le Sud, mais les cantons du Nord-Ouest paraissent très-arides. Il n'y a dans l'île, sauf une exception, que des flaques d'eau bourbeuse alimentées par les pluies, dans les parties les plus déclives. MM. Bosse (1) et Passot (2), qui ont donné les renseignements les plus complets qu'on ait sur cette île (3), décrivent la source d'Iconi, la seule qu'on trouve à dix lieues à la ronde ; mais elle est si faible que l'eau a le temps de croupir et de devenir infecte, au fond de la grande excavation, faite de main d'homme, où elle se trouve. Le plus ordinairement les habitants sont réduits à l'eau de coco pour boisson : heureusement que les cocotiers forment de véritables forêts et donnent des fruits énormes

L'action volcanique a dû être très-puissante. La lave se montre partout et rend le travail de la terre excessi-

(1) Aujourd'hui vice-amiral.

(2) Plus tard commandant supérieur de Mayotte, lieutenant colonel d'infanterie de marine.

(3) *Annales maritimes et coloniales*, T. 3. 2e section. Revue Coloniale.

vement pénible. On remarque un grand nombre de petits cratères éteints : les deux grands sommets sont des bouches ignivomes en activité. Des Arabes rapportèrent au capitaine Nolloth (1) qu'en juin 1855, des éruptions partielles avaient eu lieu à la fois de plusieurs anciens cratères. La principale s'était faite dans la partie orientale de l'île : trente maisons avaient été détruites, plusieurs boutres jetés à la côte, ainsi qu'une grande quantité de poissons morts. Un navire de Hambourg, qui passait aux environs, observa une fumée épaisse au-dessus de l'île. Pour ma part, j'ai vu les sommets très-purs, tout-à-fait dégagés de nuages ; rien n'indiquait un volcan en activité.

Ces éruptions volcaniques de nos jours seraient, d'après la théorie de Darwin (2), un indice que l'île, à cette époque-ci, est soumise à un mouvement d'ascension. Aucun auteur ne mentionne de coraux sur les rivages de Comore : on n'y rencontrerait que des galets de lave, avec, çà et là, de petites plages de sable noir, détritus de roches volcaniques. Mais on ne peut se contenter de preuves négatives, et il n'y aurait rien d'étonnant quand on trouverait des madrépores, des débris organiques, soulevés ou affaissés. Partout sur la côte, la mer brise avec force.

Les versants intérieurs des deux principales montagnes se réunissent vers le milieu de la longueur de l'île, à une hauteur de 300 mètres, où se trouve un passage facile pour aller d'un côté à l'autre.

(1) *Voyage de la corvette de S. M. B.* « Frolic, » *Nautical Magazine* », 1857.

(2) Darwin. *Naturalist's Voyage round the World* ; *Distribution of Coral reefs* ; *their relation to volcanoes*, etc.; Londres, 1860, p. 481.

Comore a eu beaucoup moins à souffrir que les autres îles des razzias des Malegaches ; aussi est-elle beaucoup plus riche et beaucoup plus peuplée : je doute pourtant qu'elle ait les 50,000 habitants que lui donne généreusement un voyageur. On compte vingt-cinq ou vingt-six petites villes sur le pourtour de l'île, presque toutes régies par des chefs indépendants : celles que nous vîmes en passant étaient en maçonnerie et entourées de murailles. Malgré le manque d'eau, l'humidité est assez grande pour qu'une végétation vigoureuse pousse partout où les laves sont suffisamment décomposées pour lui permettre de se fixer. Les bas-fonds renferment des forêts d'arbres dont on dit le bois presque indestructible. Le nombre des bananiers, des citronniers et autres arbres à fruit est immense ; en plein midi, on éprouve une fraîcheur délicieuse au milieu de la verdure. « Tout, dit M. Bosse, contribue à donner à ces » lieux l'aspect d'un vaste et magnifique jardin ». On pourrait avoir de belles récoltes, surtout en café ; mais les habitants, par paresse, se contentent de quelques patates, de bananes et de cocos. « Il est surprenant (1) » qu'avec un pareil régime, on puisse avoir une aussi » belle constitution ; car — sans parler des femmes qui » restent enfermées — les hommes sont tous d'une sta- » ture colossale et d'une force herculéenne. Est-ce à la » salubrité du pays qu'il faut attribuer cela, ou à la race » elle-même ? Mais, si c'est à cette dernière cause, » comment les naturels d'Anjouan et de Mohéli, qui » prétendent à la même origine, ne sont-ils pas ainsi ? » Et comment les animaux eux-mêmes participent-ils à » cet état prospère ? En effet les moutons de Comore

(1) Bosse, *loc. cit.*

» sont superbes, les cabris sont plus gros, plus gras, » produisent plus qu'ailleurs, et les bœufs, quoique ne » buvant jamais, sont si gras qu'ils ne peuvent pas mar- » cher. »

Selon M. Passot, l'île nourrirait plus de 20,000 bœufs : outre l'herbe qu'ils trouvent dans les paturages, on leur donne des tiges de bananier, et ces tiges, très-aqueuses, suppléent au manque d'eau pour les abreuver.

Le régime des habitants, sauf un peu de laitage, est presque entièrement végétal, ce qui ne les empêche pas, comme on vient de le voir, d'être des colosses. Leur caractère est le même que celui des gens des autres îles, plutôt pacifique qu'agressif, quoiqu'ils marchent ordinairement armés.

## ILES SÉCHELLES.

A l'Est et au Nord de Madagascar s'étend une série d'îles, de récifs coralligènes, de bancs de sable, dont l'archipel des Séchelles (1) occupe la partie Nord-Est. Sa distance à Madagascar est de 200 lieues marines environ, à la Réunion et à Maurice de 300, à peu près la même à l'entrée de la mer Rouge, et de 540 à Ceylan.

Ces îles furent vues par les Portugais dans les premières années du 16e siècle, et sur leurs vieilles cartes, elles sont appelés *Os Irmaos* (Les Frères). Peut-être que les Arabes, qui, depuis plusieurs siècles déjà, fréquentaient l'Afrique Orientale de l'Egypte au cap Corrientes, en avaient eu connaissance. Cependant, lorsqu'un caboteur de Bourbon les visita en 1741, elles paraissaient vierges des pas de l'homme. En 1742, La Bourdonnaye,

(1) Ou Seychelles.

gouverneur des îles de France et de Bourbon, les fit explorer par Lazare Picault qui donna à la plus grande le nom de *Mahé*, et au groupe entier, celui d'*Iles de La Bourdonnaye*. Plus tard, lorsque la proscription eut atteint l'homme qui portait ces deux noms héroïques, on les appela îles Séchelles, de Hérault de Séchelles, alors contrôleur des finances. Les premiers habitants furent des pêcheurs de tortues ; ensuite il y vint des colons de l'île de France qui d'abord cultivèrent le coton et exploitèrent les forêts de Mahé. Dépendances de l'île de France, les Séchelles suivirent la fortune de celle-ci, et, aux termes des traités, elles sont restées à l'Angleterre.

En comprenant les îlots inhabités et les rochers épars, l'archipel comprend vingt-neuf îles, mais il n'y en a que six qui méritent réellement ce nom : l'*Ile aux Frégates*, *Curieuse*, *Mahé*, *Praslin*, *Silhouette* et *Denis*. De même que plusieurs groupes de l'Océan Indien, celui-ci est posé sur un banc où le fond est inégal. Aux accores, la profondeur est moins grande qu'à l'intérieur du banc : en moyenne elle est de trente à trente-cinq mètres, mais, une fois en dedans, elle augmente sensiblement, et, en plusieurs endroits, la sonde accuse plus de 120 mètres. Ces inégalités de fond, et les coraux dont le banc est parsemé, diminuent les avantages qu'il offrirait, pour mouiller, à un navire contrarié par le calme et les courants, souvent très-rapides. Le milieu de ce *paracel* est par 50° de latitude Sud et 53° 10′ de longitude Est. Sa longueur, du N.-O. au S.-E., est de 50 lieues environ, et sa largeur, de l'E. à l'O., de 40.

Je viens de dire que, sur le contour du banc, la profondeur était moins grande que dans l'intérieur. Cette disposition doit faire croire qu'à une autre époque, la

partie extérieure de ce banc constituait un immense récif annulaire (*Encircling Barrier reef*, de Darwin), semblable à ceux qui forment les *atolls*, ou mieux encore semblable aux récifs qui entourent, au large, certaines îles élevées, telles que Mayotte dans l'Océan Indien, les îles qui composent l'Archipel de la Société dans le Pacifique, la Nouvelle-Calédonie etc. : ce grand atoll se sera effondré (1).

Le relief des Séchelles est très-accidenté. Le sol est composé d'une couche légère de terre végétale, ou d'argile rouge, recouvrant des masses rocheuses qui, perçant çà et là leur mince enveloppe, s'élancent en dôme et en crêtes aiguës. Le terrain plat du rivage est bordé, en beaucoup d'endroits, de coraux dont les débris accumulés ont formé des plages d'une blancheur éblouissante. Je ne m'occuperai que de Mahé, l'île la plus grande et la seule que j'ai visitée. Sa longueur est de six lieues environ. L'arête principale, l'épine dorsale, se dirige du Nord au Sud, à peu près pendant deux lieues, puis s'infléchit doucement vers le S.-S.-E : au point où la direction principale change, un contrefort s'élance dans le N.-O., de sorte que l'île a un peu la forme d'un Y, mais d'un Y dont le bras gauche serait très-petit (2). Mahé est une suite de montagnes escarpées où une sorte de granit, extrêmement dur et très-fin, est la roche dominante par masses énormes. La partie occidentale de l'île ne présente pas de dan-

(1) L'archipel *Chonos*, dans le milieu de l'Océan Indien, montre les mêmes dispositions; les mêmes causes y ont sans doute produit des phénomènes pareils.

(2) Cette forme d'Y est très-exagérée sur la carte anglaise d'Owen ; la carte française, dûe au voyage de la *Favorite* (1830), donne la forme réelle de l'île.

gers à la navigation : la côte orientale, au contraire, est parsemée de récifs. Le rivage est abordable presque partout, et ses sinuosités forment des baies assez profondes ; mais il n'y a, à vrai dire, que deux mouillages, l'un à l'Ouest, le Port Picault (ou St-Lazare, de quelques cartes), et celui de l'*Etablissement* ou de *Victoria*, comme on l'appelle aujourd'hui. Situé à l'Est de l'île, il consiste dans un rentrant de la côte, abrité à peu près par une suite d'îlots montueux et couverts de bois. Cette baie paraît très-grande, mais on ne peut en utiliser qu'une faible partie, à cause des coraux qui l'obstruent jusqu'à une grande distance de terre. Les bancs laissent entre eux un chenal étroit qui conduit au rivage tout près duquel des bâtiments de 7 ou 800 tonneaux peuvent être conduits, tout-à-fait à l'abri dans ce port naturel.

Vue de la rade extérieure, Mahé présente une série de montagnes abruptes et de précipices escarpés où, de place en place, le roc nud se montre au milieu d'une végétation luxuriante. Sur ce fond un peu sombre, se dessinent en blanc les troncs des arbres que de fréquents incendies ont fait périr. Le paysage m'a beaucoup rappelé les environs de Rio-Janeiro. Presque toujours les sommets sont couverts de nuages qui, venant à se dissoudre en pluie dans les gorges des montagnes, alimentent des torrents dont les eaux bondissent en cascades, de rocher en rocher, au milieu des forêts, et quelquefois s'engouffrent dans des cavités souterraines pour ne reparaître que plus loin. Le grand nombre de ces cours d'eau, le voisinage de l'Equateur, font que l'atmosphère des Séchelles est chargée de vapeurs humides. Deux moussons régulières se partagent l'année. De la fin de décembre à la fin de mars, les

vents de N.-O. soufflent constamment, quelquefois par grains violents. Il pleut alors presque sans cesse ; les torrents grossis entraînent toute la terre végétale de leur voisinage, et causent des dégâts considérables qui ne feront que s'accroître si on ne prend pas des mesures conservatrices à l'endroit des bois. Jusqu'à présent, personne ne semble s'être préoccupé de cette question si grave pour l'avenir ; loin de là, des feux, allumés pour faciliter des défrichements insignifiants, ont souvent, par suite de l'incurie des travailleurs, causé des incendies considérables qui ont dénudé de vastes surfaces de terrain.

De la fin de mars à la mi-avril, il fait calme : à peine ressent-on un léger souffle d'air. De la mi-avril à la mi-novembre, la brise vient du Sud-Est, souvent très-forte : c'est l'époque de la sécheresse, du moins d'une sécheresse relative. La végétation, qui n'est pas abritée de ce vent, est languissante ; les feuilles des arbres tombent en partie.

De la mi-novembre à la fin de décembre, les calmes règnent de nouveau.

Je ne saurais dire si les orages sont fréquents : l'aspect du pays et sa situation géographique le feraient supposer. Pendant mon séjour, du 16 au 31 août, le temps fut constamment beau, et, dans beaucoup de contrées intertropicales, il est rare de rester quinze jours sans entendre le tonnerre. Les ouragans n'arrivent pas jusqu'aux Séchelles ; cependant, au mois d'octobre 1862, elles furent assaillies par une tempête comme on n'y en avait jamais vu. Pendant deux jours il tomba des torrents de pluie ; les eaux, se précipitant des montagnes comme des avalanches, balayèrent tout devant elles ; une grande partie des cocotiers furent déracinés ;

des habitations furent emportées, et on retira quatre-vingt-sept cadavres de dessous le limon et les débris de toute espèce.

La chaleur est très-forte toute l'année : malgré cela, le pays est très-sain. Les fièvres des archipels voisins y sont inconnues, et on arrive sans infirmités à un âge avancé : c'est, du moins, ce qui m'a été plusieurs fois répété par les principaux résidents. Cependant d'après M. Frappaz (1), la dyssenterie et le scorbut seraient endémiques à Mahé, où l'on attribue ces deux maladies à l'humidité et à la mauvaise qualité des eaux. Celles-ci, en effet, ne sont pas agréables au goût, ce qui provient sans doute des sels contenus dans les terres que les torrents entraînent dans leur cours, peut-être encore plus du peu de soin avec lequel on entretient les conduits de bambou qui servent à les amener auprès des habitations. La gale, la lèpre, l'éléphantiasis, la géophagie et le tétanos, sont des affections assez communes dans la population noire, qui les a apportées de la côte d'Afrique.

Les îlots de l'entrée de la baie sont des propriétés particulières. On y a parqué des bœufs et des porcs qui

(1) M. Frappaz a publié dans les Annales Maritimes et Coloniales, 1820, 2e partie, la relation d'un voyage fait à *Madagascar, à Anjouan et aux Seychelles* en 1818 et 1819, qui contient les détails les plus complets que j'aie jamais lus sur cet archipel, où il avait fait un séjour de plusieurs mois. Quand je visitai Mahé, je ne connaissais pas, ou plutôt j'avais tout-à-fait perdu de vue, le travail de cet auteur : j'ai eu le plaisir de voir que nous étions d'accord sur tous les points, et que, dans l'intervalle de trente années écoulées entre nos deux visites, l'archipel n'avait pas subi de changements notables. J'ai emprunté à la notice de M. Frappaz quelques renseignements qui m'avaient échappé sur les lieux.

y vivent à l'état sauvage, *marrons*, suivant l'expression créole. Quand on veut se procurer de la viande fraîche, il faut chasser ces animaux à coups de fusil. L'idée de ces chasses nous avait d'abord souri ; mais la fatigue, causée par l'excessive chaleur et l'âpreté du terrain, eut bientôt fait reculer les plus intrépides. Il est rare de trouver de la viande au marché ; par contre le poisson y est commun, et lors de notre passage, il était à vil prix. J'en dirai autant des ananas qui poussent partout, et acquièrent, sans culture, une saveur et un parfum dignes de la réputation, trop souvent usurpée, de ce fruit.

Les îlots, et tous les terrains qui avoisinent le bord de la mer, sont couverts de cocotiers dont les noix sont portées à Maurice pour faire de l'huile. C'était, lors de notre visite, avec les tortues de l'île Praslin, des madriers et des bardeaux, à peu près tout ce qu'on exportait de l'archipel. Les cultures de coton, de girofle, de poivre, de cacao, etc., etc., étaient presque entièrement abandonnées. Les plantes dégénéraient faute de soins, et retournaient à l'état sauvage. Cependant on cultivait encore assez de cannes pour faire un peu de sucre et de rhum. Les colons attribuaient leur ruine à l'émancipation des esclaves, et surtout aux difficultés que leur suscitait le gouvernement anglais pour l'introduction de coolies Hindous et Chinois, avec lesquels ils auraient pu relever leurs habitations délabrées. Quelques-uns avaient institué avec leurs anciens esclaves un système de culture métayère ; mais ce système, qui donne de bons résultats avec des travailleurs sérieux, ne produisait ici presque rien.

A l'époque de mon passage à Mahé, les noirs et les hommes de couleur (au nombre de 6,000 peut-être, pour tout l'archipel), vivaient presque tous hors de la

ville, dans de misérables *paillottes*, autour desquelles poussaient, tant bien que mal, un peu de manioc, de maïs ou de riz, pendant que le nouvel affranchi fumait nonchalamment sa pipe, exempt de peines de corps et d'esprit. La population noire est originaire de Madagascar et de la côte d'Afrique; mais, parmi ses représentants actuels, beaucoup sont nés dans les îles, l'introduction des Malegaches et des Africains n'ayant plus lieu depuis la suppression de la traite.

La population blanche, française d'origine (1), ne parlant que français, comptait environ 700 personnes dont la plus grande partie résidaient à Mahé. Presque tous les hommes sont marins ou s'entendent aux choses de la mer. Ils sont généralement grands et forts. On retrouve les chevelures brunes, les grands yeux noirs et l'expresssion mélancolique des créoles de la Réunion, et, il faut le dire aussi, chez beaucoup d'entre eux, l'indolence qu'on reproche aux habitants des pays chauds. Les femmes présentent les types gracieux de Bourbon et de l'Ile de France. Aucun voyageur n'a passé aux Séchelles sans emporter le souvenir d'un accueil plein de cordialité. Depuis quelques années, Mahé est une escale des steamers qui relient la Réunion et Maurice à l'Europe par la voie de Suez : il est probable que le passage régulier de ces navires y aura apporté un peu de vie et d'activité

Dix minutes suffisent pour visiter la petite ville de

(1) Selon R. G. Latham (*Ethnology of the British Colonies*, Londres 1851, p. 86), l'élément portugais compterait pour une certaine portion dans la population blanche des Séchelles. A Mahé nous n'avons vu que des individus d'origine française, quelques uns d'entre eux portant des noms qu'on retrouve encore à Lorient, berceau de la Compagnie des Indes.

Victoria, et, à peine a-t-on quitté ses rues, qu'on se trouve en plein au milieu des splendeurs de la nature tropicale. Des rangées de manguiers magnifiques indiquent le tracé des avenues, aujourd'hui envahies par les broussailles, qui donnaient accès aux habitations. Tout près de la ville, un bois de cannelliers exhale, au lever du soleil, un parfum délicieux ; les bambous forment de véritables forêts ; mais pour se donner une idée de la puissance de la végétation à cette latitude, sous la double influence de l'humidité et de la chaleur, il faut gravir résolument les sentiers qui conduisent dans les *hauts* de Mahé. Il n'y a guère de voie de communication à peu près praticable que celle qui va dans la baie du Nord de l'île, et le chemin de Victoria au Port Picault, qu'on appelle la *grande route*, et, en beaucoup de points de cette grande route, un mulet aurait de la peine à passer. Dans les endroits où le feu n'a pas été mis, une couche épaisse de feuilles et de plantes grasses recouvre le sol. Des lianes de toutes sortes s'enchevêtrent de mille manières dans les branches des arbres, de façon que souvent, à l'aspect du tronc couronné par quatre ou cinq feuillages différents, on hésite, à première vue, pour dire quel est l'arbre qu'on a devant soi. J'ai retrouvé dans ces forêts presque tous les grands végétaux de Madagascar, — le *tatamaka*, les deux espèces de *nate*, l'*azign*, l'*alo*, le *badamier*, le *bois de rose*, l'*acajou blanc*, le *flamboyant*, le *filao*, plusieurs espèces d'*abrus*, etc., etc. Des fougères arborescentes élèvent leurs tiges à dix ou douze mètres de hauteur, à côté de *vacouas* de plusieurs espèces, tout aussi grands. Les palmiers sont représentés par les cocotiers qui se plaisent surtout, avec les sagoutiers et les raphia, dans les parties les plus basses, tandis que les aréquiers dres-

sent, sur les sommets, leurs troncs droits comme des colonnes. Souvent la terre, entraînée par les pluies, manque aux racines de ces arbres : alors, comme le roc nu ne peut suffire à leur soutien et à leur alimentation, des racines adventives partent de leurs tiges et se dirigent là où il y a de la terre et de l'humidité, Ces étais naturels de l'arbre ont quelques fois cinq ou six mètres de longueur. Des cycadées ne le cèdent presque en rien aux palmiers sous le rapport de la taille. J'ai parlé des arbres qui ont péri par les incendies et dont les troncs sont restés debout, rongés intérieurement par les insectes : un de ces arbres, au pied duquel nous nous étions assis, faillit, en tombant tout à coup, donner un dénouement tragique à notre excursion.

On rencontre encore des goyaviers qui, envahissant tout, étouffent les cultures, le bétel, la *liane sans feuilles*, particulière, dit-on, aux Séchelles, tige verte, grimpante, n'ayant que des vrilles avec lesquelles elle se cramponne aux arbres et aux rochers. Une production végétale des plus remarquables, propre aussi aux Séchelles, c'est le *coco double*. Le palmier, qui porte cette noix (*Lodoicæa Sechellarum*, Labill.), n'a été trouvé indigène qu'à Praslin et à Curieuse, où il forme des forêts : les plaines de sable, les lieux bas et humides, les sommets des montagnes, tout lui est bon dans ces deux îles, tandis que, transplanté dans les autres, il semble dépérir. La tige a quelquefois de 15 à 20 mètres de hauteur. Le régime porte sept ou huit noix, grosses trois fois comme la tête d'un homme. Lorsqu'on enlève la partie filamenteuse, il reste un noyau double dont je renonce à décrire l'aspect et la forme, surtout quand il a pris, par l'effet du temps, la teinte de l'ébène. Ces noix, portées par les courants, avaient été recueillies aux îles Maldives avant

qu'on ne connût les Séchelles, et elles passaient pour une production marine : de là les noms de *coco de mer*, *coco des Maldives* sous lesquels elles sont encore connues. Dans l'Inde on leur attribuait des vertus miraculeuses : on croyait que le fait de boire, dans les vases naturels fournis par ces cocos, détruisait l'effet des poisons les plus violents ; aussi les achetait-on au poids de l'or. La spéculation profita quelque temps de ces préjugés, mais aujourd'hui le charme est rompu, et les cocos de mer ne sont plus vendus qu'à un prix très-modique. L'amande, assez mauvaise au goût, fournit de l'huile, et, avec les feuilles séchées, on fabrique des chapeaux, des éventails, des petits paniers et d'autres jolis ouvrages.

Les animaux domestiques ont été importés : quelques-uns, ai-je dit, errent à l'état sauvage. Les rats foisonnent, malgré tout ce qu'on a pu faire contre eux. Lors de la découverte, il y avait, en grande quantité, des crocodiles qu'on a détruits en leur faisant une chasse continuelle. On trouve encore des couleuvres d'espèces variées, quelques lézards dont une espèce, de couleur brune, a quelquefois de 30 à 40 centimètres de longueur. Les tortues de terre ont disparu, excepté à Praslin où il y en a d'énormes. Dans les canaux et sur les récifs, on pêche la tortue franche et le caret, mais cette dernière espèce, qui fournit l'écaille, est rare.

De grosses roussettes passent la journée accrochées aux branches des arbres. Dans les bois, et sur les montagnes, on rencontre peu d'oiseaux : il est à supposer que les rats, mangeant les œufs dans les nids, les empêchent de multiplier. Nous n'avons vu que quelques perruches, des tourterelles, des éperviers connus dans le pays sous le nom de *mangeurs de poules*. Autour des falaises et au-dessus des baies, on voit planer les oiseaux

marins des tropiques, les fous, les frégates, les paille-en-queue, et de jolies sternes blanches que la présence de l'homme ne paraît pas du tout effrayer.

Les poissons abondent, et fournissent aux habitants leur principal aliment. Tout le paracel est peuplé de squales dont un, du genre *marteau*, est énorme, de raies dont la queue, très-longue et très-délicate, est armée d'un aiguillon dangereux. Le plus délicat des poissons est une grande espèce de diacope (?) aux nageoires rouges, que les habitants appellent *bourgeois*.

J'ai retrouvé, à peu de chose près, les mêmes coquilles marines et terrestres qu'à Madagascar.

Le climat chaud et humide favorise la multiplication d'animaux nuisibles. On rencontre de nombreuses araignées, entre autres une espèce très-grosse dont la morsure passe pour dangereuse. On est tourmenté par les moustiques, attaqué par des guêpes très-agressives, et par des abeilles : au moins ces dernières fournissent de bon miel. Les fourmis de toute taille, et par myriades, causent de grands dégâts. Il en est de même des *caries* qui rongent les charpentes et détériorent même les maçonneries. Les murailles sont couvertes de *mouches-maçonnes*. Les gros cancrelas, qui foisonnent, sont employés dans la médecine locale : on dit que le jus qu'ils rendent quand on les fait bouillir, et même l'insecte entier, croqué comme une crevette, sont très-efficaces contre les pâles couleurs et le tétanos. M. Frappaz vante ce remède en s'appuyant sur l'autorité du premier médecin de la colonie. Il faut, en effet, qu'il soit bien bon, ou le préjugé qui le fait employer bien fort, pour vaincre la répugnance qu'inspire cet affreux insecte qu'on ne peut ni regarder, ni sentir sans dégoût.

A ces animaux malfaisants, il faut joindre de grands

scolopendres, et des scorpions bruns, énormes, longs de plus d'un décimètre ; mais, comme ces animaux ne sortent guère de leurs trous, par le fait ils ne sont pas bien dangereux.

Il y a des papillons assez variés. L'insecte le plus curieux des Séchelles est, sans contredit, la *mouche-feuille*, espèce du genre *Phyllie* : aucun animal n'est mieux nommé que celui-ci. Quelquefois, au milieu des goyaviers, on croit cueillir une feuille lorsque, tout-à-coup, on la voit qui s'agite entre les doigts. La feuille est un insecte, long quelquefois de 4 à 5 centimètres, ressemblant, pour la forme et la couleur, à la feuille du goyavier, presque à s'y méprendre, surtout la femelle. Le corps est d'un vert tendre, plat et lancéolé. Les vaisseaux internes imitent les nervures de la feuille, et, pour compléter la ressemblance, l'insecte, après sa mort, prend la couleur et l'apparence d'une feuille morte : c'est cette particularité, sans doute, qui lui avait fait imposer l'appellation de *Mantis siccifolia* (1) par les naturalistes qui ne l'avaient vu que dans des collections. Nous avons conservé de ces phyllies dans une cage en mousseline : elles faisaient des œufs, puis mouraient : nous avons eu ainsi plusieurs générations en cinq mois. Ce ne fut qu'en pleine mer, lorsque les feuilles de goyavier fraîches vinrent à manquer, qu'elles périrent toutes.

On doit voir, par ce tableau très-incomplet des richesses naturelles des îles Séchelles, qu'un naturaliste sérieux aurait de l'occupation pendant plusieurs mois pour les rechercher et les classer, et il est à présumer

(1). Les *mouches-feuilles* des Séchelles et de l'Inde avaient dabord été placées dans le genre *Mante* : on les en a détachées pour faire le genre *Phyllie*.

qu'il enrichirait les catalogues de quelques êtres nouveaux.

Entre les Comores, l'extrémité septentrionale de Madagascar et les Séchelles, on remarque, sur les cartes, une quantité de petites îles, soit éparses, soit réunies en groupes.

Ces îlots sont encore peu connus : ils ne sont guère fréquentés que par des caboteurs, des pêcheurs de la Réunion et de Maurice. Leur position a été longtemps incertaine ; on en a même fait disparaître des cartes quelques uns dont la non-existence a été prouvée. D'autres ont été tristement célèbres par des naufrages désastreux, de sorte que les grands navires les évitent, d'autant plus que de forts courants rendent leur voisinage dangereux, et que la plupart d'entre eux sont très-bas, à peine visibles d'une petite distance. Cependant quelques uns plus favorisés que les autres sous le rapport du sol, ont été habités, à diverses époques, par des colons entreprenants, venus de Bourbon ou de Maurice, qui y avaient établi des fabriques d'huile de coco, et même des plantations de canne à sucre.

Les principaux îlots sont : *Agalega*, terre basse où l'on a longtemps cultivé le cocotier et la canne, longue de 11 milles du N.-N.-O. au S.-S.-E, sur 1 mille de large. (1)

(1) Dans le tome VIII, 2e série des Nouvelles Annales des Voyages, 1828, p. 88, on trouve une notice, sans nom d'auteur, sur Agalega. Cette terre serait, en réalité, composée de deux petites îles très-boisées : on y voyait, à cette époque, des vestiges d'anciennes plantations, mais la circulation dans ces îlots était rendue à peu près impossible par l'exubérance de la végétation, l'abondance des lianes et des broussailles.

*Juan de Nova*, petite île sans eau douce, couverte de broussailles avec quelques petits arbres, bordée d'une ceinture de coraux.

*Saint-Laurent, Saint-Pierre*, récifs madréporiques.

*Cosmoledo*, petites îles couvertes de broussailles, enfermées dans un récif.

La même disposition se montre dans les *Glorieuses*, petites îles de sables et de madrépores, très-basses, très-dangereuses à cause des courants qui portent dessus depuis le cap d'Ambre.

*Assomption*, des dunes de sable avec des broussailles.

*Aldabra*, trois petites îles, assez hautes pour que, du pont d'un navire, on les voie de 8 ou 9 lieues de distance. Ces terres sont boisées, et les arbres, qui couvrent l'îlot du milieu, paraissent être de très-grande dimension.

*Providence, Alphonse, Coëtivi*, terres très-basses. La dernière est couverte de cocotiers.

Le groupe des *Amirantes* pourrait être, à la rigueur, rattaché à l'archipel des Séchelles, au Sud-Ouest desquelles il est placé. Il est composé de petites îles, de récifs madréporiques, de bancs à fleur d'eau.

Bien qu'une exploration complète de tous ces îlots n'ait pas été faite, on en sait cependant assez sur leur constitution pour reconnaître que le fond de l'Océan Indien, dans ces parages, a subi des affaissements analogues à ceux qui ont produit les attols des Maldives, de Kelig, etc., etc. Ils se trouvent compris dans la vague d'abaissement que l'on remarque dans l'Océan Indien, et dont les effets se sont étendus jusqu'à Mayotte, ainsi que le prouvent les récifs qui entourent cette île au large (*Barrier reefs*, de Darwin). D'après les explora-

tions les plus récentes, tout semble faire croire que le rivage oriental de l'Afrique et les îles qui en dépendent, Madagascar, Bourbon, Maurice, sont soumis en ce moment à un mouvement ascensionnel : il y aurait à rechercher si un mouvement pareil ne s'effectue pas dans les archipels que j'ai essayé de décrire, principalement dans les Comores, situées entre Madagascar et la côte d'Afrique : les récifs de coraux de Mohéli et d'Anjouan tenant au rivage, et les pulsations volcaniques d'Angaziga, semblent l'indiquer.

J'ai cru devoir joindre à ces notions générales la liste des animaux et des végétaux que j'ai rencontrés dans mes trop courtes excursions. Cette liste est bien loin d'énumérer tous les êtres qui vivent dans les deux archipels. Il est à supposer que des explorations suivies feraient rencontrer, dans les Comores au moins, sinon dans les Séchelles, la plus grande partie des oiseaux cités par M. Hartlaub comme constituant la Faune Ornithologique de Madagascar, ainsi que les autres animaux, mammifères, oiseaux, insectes, dont l'énumération est placée à la suite du voyage de M. Vinson (1). Quant aux plantes, il est probable qu'un botaniste retrouverait aussi un grand nombre de celles qui ont été signalées dans la grande île par Commerson, Dupetit-Thouars, Hilsemberg et Bojer (2).

(1) *Voyage à Madagascar au couronnement de Radama II*, par Auguste Vinson ; Paris, 1865.

(2) La tombe de Hilsemberg, botaniste allemand, mort il y a 40 ans environ, est un des premiers objets qui attirent les regards sur la plage de Ste Marie de Madagascar.

Son compagnon, Wenceslas Bojer, est décédé à Maurice, le 4

## RÈGNE ANIMAL.

### Mammifères.

Les Mammifères sont moins nombreux et moins variés qu'à Madasgascar, ce qui s'explique naturellement par la petitesse relative des deux archipels. Les espèces suivantes paraissent composer toute leur Faune mammalogique :

1. *Prosimia* (*Lemur*) *albifrons*, Geoff. St.-H. — Comores.

2. *Prosimia* (*Lemur*) *Anjuanensis*, Geoff. St.-Hil. — Comores.

Ces deux espèces de Makis bruns représentent, aux îles Comores, les nombreux Makis de Madagascar (1),

juin 1855, à peine âgé de cinquante-cinq ans. Il s'était fixé dans cette île après avoir visité quelques points de Madagascar, Pemba, Mombaze, Zanzibar, les Comores et la petite île d'Agalega. On lui doit le *Hortus Mauritianus*.

A l'époque où j'étais dans ces parages, ils étaient parcourus par un botaniste du Muséum d'Hist. Nat. de Paris, M. Boivin, qui, au moyen des occasions offertes par les bâtiments de l'Etat, put faire de fréquentes visites à Madagascar, à la côte d'Afrique, aux Comores et aux Séchelles. M. Boivin est mort au moment où il faisait son retour à Brest, malheureusement sans avoir rien publié de ses observations. Ses récoltes en objets d'histoire naturelle, principalement en plantes, remplissaient onze caisses. Dans une notice nécrologique sur M. Boivin, insérée dans le Tome 1er du *Bulletin de la Société Botanique de France*, 1854, M. le comte Jaubert promet la publication des *Reliquiæ* de ce botaniste; mais je ne crois pas que cette promesse ait reçu un commencement d'exécution : du moins, je n'en ai nullement connaissance.

(1) Est-on bien certain de la réalité de toutes les espèces de Madagascar?

et encore selon quelques auteurs, entre autres F. Cuvier, elles n'en feraient qu'une seule.

3.— *Pteropus Edwardsii*, Geoff. St.-H. Cette espèce de Roussette est répandue sur une grande partie du globe. —Comores, Séchelles.

4. *Felis cattus*, Schreb. Chat sauvage. — Comores.

5. *Mus rattus*. L. —Comores, Séchelles.

6. *Mus Indicus* , L.— id. — id.

7. *Mus musculus*, L.— id. — id.

8. *Bos taurus*, var. *Indicus*, L. Zébu.—Comores, Séchelles.

9. *Capra hircus*, L. Cabri. —Comores. Ces chèvres proviennent d'animaux domestiques devenus sauvages. En captivité, elles s'apprivoisent de nouveau, très-vite.

10. *Delphinus Boryi*, Desmar., Marsouin.

11. *Physeter macrocephalus*, Cuv., Cachalot. — Comores.

12. *Kyphobalœna*... Eschr. Baleine *humpback*. — Comores.

13. *Pterobalœna*... Eschr. Baleine *finback*.— Comores.

### Oiseaux.

Toutes les espèces énumérées ici se retrouvent à Madagascar.

1. *Haliaetus vocifer*, Daud. (*Falco vocifer*, Le Vaill.). Aigle pêcheur.— Comores, Séchelles.

2. *Tinnunculus gracilis*, Less. Petite Cresserelle. — Comores, Séchelles.

3. *Strix flammea*, L. Effraie. Espèce presque cosmopolite. — Comores, Séchelles.

4. *Phedina* (*Hirundo*) *Madagascariensis*, Hartl. Martinet, Hirondelle des blés, à la Réunion.— Comores, Séchelles.

5. *Alcedo Madagascariensis*, L. Martin-pêcheur. On a reconnu, surtout dans les îles du Pacifique, que des oiseaux de ce genre, de plumage différent, et que, pour cela, on avait divisés en plusieurs espèces, appartenaient par le fait à la même. Il en est peut-être ainsi à Madagascar où certains auteurs citent plusieurs Martins-pêcheurs dont la robe ne montre pas de bien grandes différences : 1° *Alcedo gularis*, Lath. ; 2° *Alcedo Smyrnensis*, Lath. var. Martin-pêcheur bleu et roux, ayant la tête et le cou d'un beau roux brun, le dos, la queue et les ailes bleu et aigue marine ; 3° *Alcedo cœruleocephala*, Lath., qui a le dessus de la tête d'un bleu vif. Latham dit, en outre, que cette dernière espèce présente deux variétés. Quant à l'espèce suivante :

6. *Alcedo vintsioïdes*, Eyd. et Souley. (*Corythornis vintsioïdes*, Lafresn.), elle est bien reconnaissable des autres par l'espèce de huppe qu'elle a sur la tête. — Séchelles.

7. *Hypsipetes olivacea*, Jard. (*Turdus olivaceus*, Lath.) Merle, à la Réunion.

8. *Nectarinia souïmanga*, Gmel.

9. *Nectarinia Seychellenis*, Hartl.

10. *Loxia Madagascariensis*, L. Grosbec, Cardinal, à la Réunion où il a sans doute été importé de Madagascar.

11. *Corvus scapulatus*, Temm. var. *Madagascariensis*, Bonap. Corbeau noir et blanc. — Comores.

12. *Coracopsis* (*Psittacus*) *vaza*, Bonap. Perroquet noir. — Comores.

13. *Coracopsis Comorensis*, Pel. Perruche. — Comores, Séchelles.

14. *Centropus tolu*, L. Je ne suis pas très-certain de l'existence dans les îles du *Toulou* ou *Mounziou*, si

commun à Madagascar, mais elle me paraît très-probable.

15. *Coua cœrulea*, Gray. (*Cuculus cœruleus*, Le Vaill.). Coucou bleu.

16. *Columba australis*, Lath. Pigeon vert.—Comores, Séchelles. Cette espèce, que les Malegaches appellent *Founingo maïtsou*, ne serait, d'après quelques auteurs, qu'une variété de l'espèce suivante; mais cette opinion ne me paraît pas du tout justifiée. Un vert olivâtre domine sur son plumage, plus foncé sur le dos, plus clair au ventre. On remarque une plaque d'un rouge terne et éteint sur le pli de l'aile, dont les plumes sont noirâtres, et bordées d'une nuance de soufre sur le côté extrême. Le ventre est varié de taches jaunes et noirâtres. Le bec et les ongles noirâtres ; les pieds rouges et recouverts de plumes presque jusqu'à l'origine des doigts. Longueur : environ 0$^{m}$33. Ce pigeon est un manger délicat.

17. *Columba Madagascariensis*, Lath. (*Columba funingosus*, Bonap. ; *Founingo mena rabou*, des Malegaches). Ramier bleu. Longueur : environ 0$^{m}$28. Le bec rouge, le tour de l'œil nu et rouge. Plumage entier bleu noir, très-brillant. Les plumes du cou plus étroites que chez les autres pigeons, mélangées de cendré; la queue d'un pourpre violet. — Comores.

18. *Erythrœna pulcherrima*, Scopol. (*Columba Franciæ*, Lath.). Pigeon hollandais des Séchelles. — Cette espèce ressemble beaucoup plus à la précédente que celle qui porte le n° 16. Le cou est orné d'une sorte de collerette composée de plumes étroites ; le tour des yeux est nu et rouge foncé. Le dos, les ailes et le ventre, sont d'un bleu sombre ; le croupion et la queue rouges ; les ongles noirs. Taille de nos ramiers.

On lit dans quelques auteurs que la chair de ce pigeon passe pour un poison. Je n'ai entendu dire rien de pareil aux Séchelles.

19. *Numida tiarata*, Bonap. Pintade. — Comores.

20. *Turnix nigricollis*, Gmel. Caille. — id.

21. *Charadrius*.... Cuv. — Comores, Séchelles.

22. *Strepsilas interpres*, L. id. id.

23. *Ardea cinerea*, L. id. id.

24. *Egretta alba*, L. id. id.

25. *Rhynchæa Capensis*, L. — Comores.

26. *Phorphyrio Madagascariensis*, Bonap. Poule Sultane. — Comores.

27. *Fulica cristata*, Gmel.— Comores.

28. *Pterodroma* (*Procellaria*) *pelagica*, L. Alcyon — Comores, Séchelles.

29. *Pterodroma* (*Procellaria*) *aterrima*, J. Verr. Fouquet à la Réunion. — Comores, Séchelles.

30. *Gelastes Hartlaubii*, Bruch. — Goëland blanc.

31. *Anous tenuirostris*, Temm. Nigaud. — Séchelles.

32. *Gygis candida*, Forst. — Séchelles.

33. *Phaeton phœnicurus*, L. Paille-en-queue à brins rouges. — Séchelles.

34. *Phaeton flavirostris*, Briss., Paille-en-queue à brins blancs. — Comores, Séchelles.

35. *Pelecanus rufescens*, Gould. Fou brun. — id., id.

36. *Sula piscatrix*, Bonap. Fou blanc. — id., id.

37. *Tachypetes minor*, Gmel. Frégate. — id., id.

38. *Anas erythrorhyncus*, Gmel.

39. *Dendrocyna* (*Anas*) *viduata*, Eyton. — Comores. Cette espèce se retrouve à Madagascar, dans la plus grande partie de l'Afrique, et aussi, paraît-il, dans le Sud de l'Amérique.

40. *Anas Madagascariensis*, Lath. (*Nettapus auripus*, Bodd?). Taille de notre petite Sarcelle; le derrière de la tête et du cou noirs ; une tache vert-d'eau derrière l'oreille ; la gorge blanche ; la poitrine variée de petits liserés bruns sur du roux et du blanc. Le dos et la queue noirs, à reflets verts ; le bec jaunâtre, son onglet et la mandibule inférieure noirs. Les pieds noirâtres. Les couleurs de la femelle sont plus grises, plus uniformes.

### Reptiles.

1. *Chelonia mydas*, L. Tortue franche.
2. *Chelonia imbricata*, L. Caret.
3. *Chersites* (*Testudo*) *radiata*, L. Tortue de terre. — Iles Praslin et Curieuse aux Séchelles.
4. *Platydactylus ocellatus*, Oppert. Margouyat.
5. *Crocodilus vulgaris*, L.? Trouvé aux Séchelles ; tout-à-fait détruit dans ces îles aujourd'hui. Ces crocodiles étaient-ils les mêmes que ceux de Madagascar et, par suite, d'après M. Vinson (1), les mêmes que ceux du Nil, ou bien une espèce particulière, ou quelque espèce de l'Inde ou de la Malaisie, telle que *C. Schlegelii*, *C. biporcatus* ?
6. *Chamæleo*...
7. *Lycodon aulicum*, Boie ? Couleuvre. — Comores, Séchelles.

### Poissons.

1. *Diacope*... Bourgeois aux I. Séchelles. Cette espèce me paraît être la même que celle que j'ai rencontrée à la Nouvelle-Calédonie, et qui est décrite,

(1) *Voyage à Madagascar au couronnement de Radama II*. Paris, 1863, p. 114 et 115.

sous le n° 52, « *Poiss. de la Nouvelle-Calédonie* ; » (*Mémoires de la Société Impériale des Sciences naturelles de Cherbourg*, T.VIII.)

2. *Therapon servus*, Cuv. et Val.
3. *Percis nebulosa*, Bleeker.
4. *Upeneus vittatus*, Cuv. et Val.
5. *Platycephalus insidiator*, Cuv. et Val.
6. *Chrysophrys Madagascariensis*, Cuv. et Val.
7. *Gerres argyreus*, Cuv. et Val.
8. *Thynnus*....
9. *Pelamys sarda*, Cuv. et Val.
10. *Naucrates Indicus*, Cuv. et Val.
11. *Caranx Mauritianus*, Cuv. et Val.
12. *Caranx Forsteri*, Cuv. et Val.
13. *Coryphæna chrysurus*, Lacép.
14. *Equula ensifera*, Cuv. et Val.
15. *Eleotris*...
16. *Scarus frenatus*, Lacép.
17. *Hemiramphus*....
18. *Exocœtus evolans*, L.
19. *Muræna anguilla*, L.
20. *Murænophis variegata*, Kp.
21. *Balistes Praslin*, Lacép. *ex* Commerson.
22. *Balistes biaculeatus*, Lacép.
23. *Ostracion cornutus*, L.
24. *Carcharias*.... an *C. leucas*, Val.?
25. *Zygœna*....
26. *Urogymnus Africanus*, Gray.

Ces vingt-six poissons sont bien loin, sans doute, de représenter la population ichthyologique de la mer qui baigne les Comores et les Séchelles, et de leurs cours d'eau. On reconnait ces espèces dans la liste des poissons de Madagascar publiée par M. Guichenot (Mémoires

de la Société des Sciences naturelles de Cherbourg, Tom. XII), et, il est plus que probable que des recherches suivies, au lieu d'observations à peu près dues au hasard, comme celles que j'ai pu faire en passant, feraient retrouver, soit aux Séchelles, soit dans celles des Comores qui offrent des localités favorables, tous les poissons cités par M. Guichenot comme venant de Madagascar. La liste que je donne, bien que très-incomplète, fait déjà pourtant voir que les deux archipels sont compris dans la grande province marine qui s'étend plus ou moins loin de chaque côté de l'Équateur, et qui comprend l'Océan Indien, une partie des mers de la Chine, de la Malaisie et de l'Océan Pacifique. Nous reconnaissons aux Comores, aux Séchelles et à Madagascar, des espèces dont quelques-unes se retrouvent sur des points très-éloignés (1), dans l'archipel Malais, en Chine, à la Nouvelle-Calédonie. Si l'identité des espèces n'est pas toujours prouvée, du moins en rencontre-t-on qui ne montrent que des différences insensibles.

### Mollusques.

J'ai rencontré à Mayotte et à Mahé les mêmes formes de Mollusques terrestres et marins que j'avais déjà vues à Ste-Marie-de-Madagascar où un séjour plus prolongé m'avait permis de m'occuper davantage de conchyliologie. Ces mollusques se rangent dans les genres suivants dont quelques uns sont représentés par un grand nombre d'espèces :

(1) Les espèces citées sous les numéros 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 14, 17 (?), 18 (?), 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26. – Voir Mémoires de la Société Imp. des Sc. natur. de Cherbourg, « *Poissons de la Nouvelle-Calédonie*, » Tom. VIII et Tom. IX. — id. « *Poissons de Hong-Kong*, » Tom. XIII.

Poulpe, Calmar, Limace, Testacelle, Hélix, Bulime, Agathine, Sabot, Scalaire, Cyclostome (1), Troque, Mélanie (eaux douces), Cône, Porcelaine, Ovule (2), Volute, Mitre, Tonne, Harpe, Pourpre, Casque (3), Vis, Cérithe, Rocher, Triton, Fuseau, Pyrule, Ptérocère (4), Oscabrion, Huître, Peigne, Jambonneau, Arche, Bénitier, Came, Bucarde, Vénus, Mactre, Taret.

### Crustacés.

Les récifs madréporiques de Mayotte et de Mahé, et les petits marais à palétuviers qui bordent çà et là le rivage dans les différentes îles, abritent une nombreuse population de Crustacés qui, à elle seule, demanderait de longues études. J'ai remarqué seulement les genres et les espèces suivantes :

*Podophthalmus vigil*, Latr.
*Matuta victor*, Fabr.
*Gecarcinus*...
*Ocypode ceratrophthalma*, M.-Edw.
*Gelasimus*... 2 espèces.
*Parthenope spinosissima*, M.-Edw.
*Calappa*... 1 espèce.
*Pagurus*. . plus. espèces.
*Palinurus ornatus*, Bosc.
*Palœmon natator*, M.-Edw.
*Armadilla*... grosse espèce terrestre, la même qu'à Ste-Marie-de-Madagascar.

(1) *Cyclostoma ortix*, Eyd. et Souley. *Voy. de la Favorite*, *Zool.* pl. 58. Séchelles.
(2) La belle espèce connue sous le nom d'*œuf de Léda*.
(3) Très-commun.
(4) Principalement le *Ptérocère araignée*.

### Arachnides.

*Scorpion*... Très-grosse espèce de couleur brune.— Iles Séchelles, dans les bois. — Une espèce plus petite, grise, dans les maisons.

*Epeira esuriens*, Sloane.

*Lycosa*... grosse espèce, passant aux Séchelles pour dangereuse.

### Insectes.

*Iulus corallinus*, Eyd. et Souley. Très-grosse espèce des Séchelles (*Voy. de la Bonite. Atl. zool. Ins.* pl. 1)

*Scolopendra Lucasii*, Eyd. et Souley. — Séchelles. (*Voy. de la Bonite. Atl. zool. Ins.* pl. 1 ).

*Blatta Americana*, L.

*Phyllium siccifolium*, Illiger. ? — Séchelles. (1)

*Bacillus*... Latr. id.

(1) Il existe encore des doutes sur l'espèce de *mouche-feuille* des Séchelles, Dans les *Proceedings* de la Société Royale Phys. d'Edimbourg, Vol. 1854— 1856, p. 29, *Notice of a Leaf-Insect* (Phyllium Scythe) *lately bred in the Roy. Bot. Garden in Edinburgh*, par M. Andrew Murray, on lit ce qui suit :

« Le genre n'a été longtemps connu que par une espèce, nommée *Phyllium siccifolium* par Latreille et d'autres auteurs venus après lui ; mais l'espèce qui mérite véritablement ce nom est encore incertaine, vu que d'abord on avait cru qu'il n'y en avait qu'une seule et que l'épithète *siccifolium* a été appliquée à toutes. M. G. R. Gray a jeté quelque jour sur ce désordre: au moyen des riches collections du British Museum, il a publié une monographie du genre, et a décrit 13 espèces, parmi lesquelles 9 nouvelles. Le genre semble particulier aux contrées de l'Orient ; 3 espèces viennent des Philippines, 3 des Indes Orientales et de Ceylan, 1 de Java, 1 de Maurice et 1 des Séchelles. La provenance des quatre autres espèces (parmi lesquelles se trouve l'ancienne *Ph. siccifolium*) est inconnue.»

*Pachytus migratorius*, L.

*Acridium*...

*Libellule*,.. plus. espèces.

*Termes*. . an *T. Capensis*, Sparrm. ?

*Fourmi*... pl. espèces, une entre autres qu'on rencontre à Mahé dans les bois, sur les vieux troncs d'arbres ; la demeure de ces fourmis se compose de galeries superposées en spirale.

*Guêpe*...

*Osmie*, Mouche maçonne.

*Abeille*...

*Culex insatiabilis*, Coquerel.

*Tipula brunnea*, Bigot.

*Ommatius (Asilus) Mayottæ*, Bigot.

*Sarcophaga albofasciata*, Macq.

Les espèces énumérées ci-dessus sont bien loin de représenter tous les insectes qui habitent les Comores et les Séchelles ; ainsi on n'y voit pas figurer de Lépidoptères, quoiqu'il y en ait un certain nombre dans ces îles, mais je ne saurais les définir. J'ai parlé plus haut du *borer* (*Borer saccharellus*, Guenée), qui était venu à Mayotte de la Réunion ou de Maurice. Cette dernière île l'avait reçu avec des cannes à sucre apportées de Ceylan. La chenille, qui fait tant de mal aux plantations de cannes, est jaunâtre, avec deux rangées de points noir-brun sur le dos et une plaque brune sur la tête. Le papillon (nocturne) ressemble tellement à un fragment de feuille de canne desséchée (1) qu'il est très-difficile de le distinguer de ces feuilles au milieu desquelles il se tient pendant le jour.

(1). Maillard. *Notes sur l'Ile de la Réunion*. Paris, 1862.

## RÈGNE VÉGÉTAL.

*Arum esculentum*, Forst. — *(Colocosia esculenta* Schott*)*. Cultivé dans les Comores et aux Séchelles, mais d'une façon très-restreinte.

*Arum macrorhizum*. Rencontré à l'état sauvage dans les lieux humides, au bord des cours d'eau. Originaire sans doute aussi de l'Asie méridionale ? Fréquent en Cochinchine, à Ceylan et dans plusieurs îles de l'Océan Pacifique, Tahiti, N.-Calédonie, etc.

*Pandanus utilis*, Bory S$^{t}$-V$^{t}$.

*Pandanus odoratissimus*, De Candolle.

*Pandanus purpurascens*, Dupetit-Thouars.

*Pandanus humilis*, Rumph.

*Pandanus bromeliæfolius*, Desf.

*Pandanus muricata*, Dp.-Th.

Ces différentes espèces de *Pandanus* se retrouvent à à Madagascar. Le *P. odratissimus* se rencontre sur une grande étendue du globe entre les tropiques, dans les îles de la Mer du Sud, en Cochinchine, dans le sud de la Chine, etc.

*Typha*...

*Saccharum officinale*, L. Importé aux Séchelles de Maurice ou de la Réunion ; peut-être indigène dans cette dernière île (Maillard).

*Bambusa arundinacea*, L.

*Bambusa salicifolia*, Vinson (Voy. à Madagascar). Bambou-liane.

*Oryza sativa*, L. var. *montana*, Lour.

*Zea maïs*, L. Introduit aux Séchelles par les colons, mais cultivé d'une façon très-restreinte.

*Cyperus*...

*Carex...*

*Cycas circinnalis*, L.

*Phœnix dactylifera*, L. D'après M. Jehenne, on rencontre des Dattiers à Mayotte : ils y auront probablement été importés par les Arabes; mais les grandes pluies, qui tombent quelquefois sur cette île, ne doivent pas leur être favorables. Le Dattier est caractéristique de la région tropicale sèche ; il ne peut supporter les pluies d'été et d'automne de la région équatoriale (D.C.Géogr. Bot. T. 1. p. 373).

*Caryota....*

*Sagus raphia*, Lamk.

*Sagus genuina*, L.—Séchelles; importé par les colons.

*Cocos nucifera*, L.—Les Cocotiers des Comores donnent des fruits énormes. Peut-être, selon M. De Candolle (Géogr. Bot.T. 2, p. 977), l'extension de ces arbres vers la côte orientale de l'Afrique équatoriale est-elle dûe aux Arabes, ou aux courants de la mer qui longent la côte de Mozambique du Nord au Sud. Il y a deux siècles, le cocotier existait à l'île Maurice. Son abondance dans l'Asie méridionale porterait à croire qu'il est originaire de cette région ; cependant il y a de fortes présomptions pour placer son origine à la côte occidentale de l'Amérique, dans la région équatoriale, d'où il serait venu en Asie à une époque excessivement reculée (D. C. Géogr. Bot. T. 2, p. 977 et suiv.).

*Lodoïcæa Seychellarum*, Labill. Ce Palmier paraît être particulier aux îles Séchelles, et même aux îles Praslin et Curieuse. Il est un exemple de la difficulté de naturalisation pour certaines espèces ; car, depuis des siècles, son fruit est porté par les courants aux Iles Maldives, dont le climat est très-analogue à celui des Séchelles, et il n'a jamais pu s'y établir.

*Areca catechu*, L. Très-commun à Mahé. Importé par les colons (?), et passé à l'état sauvage.

*Dracæna*..... plus. espèces. *D. terminatis*, L. ?

*Cordyline australis*, Endl. Séchelles, cultivé (1).

*Bromelia ananas*, L. Originaire de l'Amérique Méridionale (D. C.).

L'Ananas, importé à Mahé, s'est échappé des cultures et se trouve abondamment à l'état sauvage.

*Musa Cavendishii*, *Bananier de Chine*, cultivé à Mahé.

*Musa paradisiaca*, L.

*Musa sapientium*, L. Ces deux espèces sont cultivées.

*Ravenala Madagascariensis*, Adanson. *Arbre du Voyageur*. Beaucoup moins commun dans les îles qu'à Madagascar ; à Mahé on ne le trouve guère que comme plante d'ornement.

*Canna Indica*, L. Originaire de l'Inde, cultivée comme plante d'ornement.

*Zinziber*... an *officinale* ?

*Vanilla planifolia*, Aud. Cultivée à Mayotte et aux Séchelles.

*Nepenthes Wardii*, Wright. Signalé à Mahé, sur les plus hauts sommets de l'île, par M. E. Percival Wright.

*Terminalia Mauritiana*, Lamk., D.C.

*Laurus cinnamomum*, L. Cultivé autrefois à Mahé; échappé des cultures, près de la petite ville de Victoria.

*Laurus Persea*, L. Importé et cultivé aux Séchelles.

*Agathophyllum Madagascariense*, Dp.-Th. *Ravensara*; *quatre épices*. Séchelles; venu de Madagascar par Bourbon ou Maurice ?

(1) Le mot *cultivé*, ici et dans tout ce qui suit, ne doit s'entendre que d'une façon relative. La plus grande négligence préside aux cultures aux Comores et même aux Séchelles.

*Ocymum gratissimum*, L.

*Convolvulus batatas*, L. Cultivé. Origine Américaine ? (D.C.)

*Ipomœa pes-caprœ*, D. C. *Patate-à-Durand*, à la Réunion. Ce liseron envahit toutes les plages tropicales.

*Ipomœa involucrata*, Bauv. Comores, Madagascar, Java.

*Nerium oleander*, L. Plante d'ornement. Séchelles.

*Tanghinia veneniflua*, L.

*Diospyros ebenum*, L.

*Imbricaria maxima*, D.C. *Nate à grandes feuilles.* — *Bardottier*. Ce bel arbre, de la famille des Sapotacées, est, ainsi que le suivant, un des plus utiles de ces contrées pour les constructions.

*Imbricaria petiolaris*, D.C. *Nate à petites feuilles.*

Le bois de ces deux arbres est d'un grand emploi dans les constructions civiles : il est plus dur et plus pesant que le chêne, de couleur rouge-brun, à grain fin. On le débite aussi en petites planchettes pour faire des bardeaux pour les toitures.

*Lonicera*.... Chèvrefeuille de Madagascar.

*Anona reticulata*, D.C. *Pomme cannelle, Atte.*

*Kalophyllum tacamahaca*, Dp.-Th. *Fourha* à Madagascar, *Tatamaca* à la Réunion, à Maurice et aux Séchelles. Excellent bois de construction et d'ébénisterie.

M. L. Bouton ( *Plantes médicinales de Maurice indigènes et cultivées ;* Transactions of the Royal Society of Arts and Sciences of Mauritius, New series, Part 1 Vol. 1, 1857), signale deux espèces à Maurice : *Kalophyllum spectabile*, Willd., Rumph., et *Kal. spurium*, D. C., Rheed, *Tatamaca à petites feuilles*, moins commun que l'autre. Ces trois espèces diffèrent très-peu les unes des autres, et du *Kal. inophyllum* L., répandu

dans presque toute la zône torride, principalement dans les îles du Pacifique.

*Chrysopia fasciculata*, Dp.-Th. (Mémoires de Bot. et de Voyages, *Nov. genera*, n° 48), *Azign* des Malegaches, *Arbre à graisse* à la Réunion, parce qu'on extrait de sa graisse torréfiée une huile bonne à manger et de la consistance du sain-doux. Ce bel arbre, de la famille des Hypéricées, croît tout droit quelquefois jusqu'à 20 mètres de hauteur, couronné par une cime en parasol. Le bois est d'un bel emploi dans l'ébénisterie. On s'en est servi, dans des cas pressés, pour faire des mâts de navires, mais il me paraît beaucoup trop lourd pour cet usage.

*Rhizophora gymnorhiza*, L., D.C.

*Rhizophora mucronata*, Lamk. Ill.

*Citrus*..,. Les Orangers, les Citronniers, les Pamplemousses, etc. sont cultivés dans les îles; importés aux Séchelles par les colons.

*Hibiscus tiliaceus*, L. Rencontré presque partout entre les tropiques.

*Hibiscus populneus*, L., également très-répandu, mais moins que le précédent. *Taravi*, à Madagascar, *Porché* à Maurice.

*Gossypium*... Plusieurs espèces de cotonniers, dont la plus ordinaire me paraît être le *G. Indicum*, Lamk; mais on sait quelle obscurité règne encore dans l'étude de ce genre et dans la classification des espèces. Le cotonnier a été introduit aux Séchelles par des colons de Bourbon : cette île l'avait reçu de l'Inde en 1677 (Maillard). N'y avait-il pas des cotonniers indigènes dans ces îles ?

*Theobroma cacao*, L. Cultivé aux Séchelles autrefois : aujourd'hui on voit encore des plants rabougris dans les bois, aux environs de la petite ville de Victoria.

*Adansonia....* M. L. Bouton signale (*loc. cit.*) le Baobab, *Adansonia digitata*, D. C., comme cultivé à Maurice dans le jardin des Pamplemousses et d'autres localités : la patrie de cet énorme végétal est le Sénégal, l'Afrique équinoxiale, et *Madagascar*, ajoute M. Bouton. Je crois bien que les *baobabs*, qu'on rencontre dans les îles Comores, doivent être rapportés au genre *Ophelus*, créé par Loureiro pour une espèce de la côte orientale d'Afrique qu'il appelle *Ophelus situlariius* (Lour. *Flora Cochinch.*) ; mais cette espèce ne diffère guère des *baobabs* de l'Afrique occidentale que parce que les feuilles sont entières au lieu d'être digitées comme dans ce dernier. Plusieurs botanistes ne séparent pas le genre *Ophelus* du genre *Adansonia*.

*Nicotiana tabacum*, L. Cultivé.

*Datura stramonium*, L. (Nonne potiùs *D. metel*, Lour? Plante commune dans l'Asie méridionale, l'Afrique orientale, etc., etc.)

*Physalis flexuosa*, L. *Poc-poc* à la Réunion.

*Tournefortia argentea*, L. D'après M. Maillard, les graines du *Veloutier* ont été apportées des Séchelles à la Réunion et à Maurice.

*Flacourtia ramoutchi*, Dp.-Th. *Prunier Malegache*.

*Jambosa Malaccensis*, D.C. Séchelles.

*Barringtonia speciosa*, L. *Fotra-bè* à Madagascar, où il atteint des proportions colossales. Arbre très-répandu dans la zône intertropicale, dans l'Océan Pacifique et les îles de la Malaisie.

*Punica sylvestris*, L.

*Psidium pyriferum*, L.

*Psidium pomiferum*, L.

*Acacia Lebbek*, Willd. Importé à Bourbon par Poivre, selon M. Maillard, et de là aux Séchelles.

*Tamarindus Indica*, L.

*Poinciana pulcherrima*, D.C. *Flamboyant.*

*Guilandina Bonduc*, L. Iles Comores, Madagascar. Légumineuse à aire très-vaste, occupant peut-être un tiers de la surface du globe (D.C.).

*Clitoria Ternatea*, L.

*Abrus*... plusieurs espèces, entre autres *Abrus precatorius* L., arbrisseau excessivement répandu, comme on le sait, sur les rivages des pays chauds dans les trois continents. Origine probablement asiatique (D.C.).

*Cajanus scarabœoïdes*, Dp.-Th. Comores.

*Cajanus flavus*, D.C. *Ambaravati* à Madagascar, *Ambrevate* à la Réunion et à Maurice. Cultivé.

*Indigofera tinctoria*, L.

*Tephrosia purpurea*, D. C.

*Intsia*.... Dp.-Th. *Intsi* à Madagascar. Grand arbre, de la famille des Légumineuses, dont le bois passe pour être incorruptible, et qu'on a pris longtemps pour le *Tek* (*Tectona grandis*, L.) et dont on lui donne le nom à la Réunion et à Maurice. Bois rougeâtre, à reflets brillants.

*Anacardium occidentale*, L. Cultivé aux Séchelles.

*Ricinus communis*, L.

*Jatropha manihot*, Ad. Juss. Introduit à la Réunion du temps de La Bourdonnaye et de là dans les îles.

*Jatropha curcas*, L. *Pignon d'Inde.* Séchelles ; employé pour faire des clôtures.

*Croton sebiferum*, L.

*Ficus*....

*Ficus religiosa*, L.

*Artocarpus integrifolia*, L. *Jacquier.* Importé aux Séchelles.

*Piper betel*, L. Cultivé.

*Casuarina equisetifolia*, L. *Filao* à la Réunion et à Maurice. Est-ce bien cette espèce, ou *C. laterifolia*, Lamk., ou peut-être celle que Loureiro signale (*Fl. Coch.*) à la côte orientale d'Afrique, sous le nom de *C. Africana* ?

Tels sont les principaux végétaux phanérogames que l'on peut reconnaître, en quelques heures de promenade, dans les Comores et les Séchelles. Tout incomplète que soit cette liste, elle peut donner une idée de la Flore de ces archipels, en faire connaître au moins les grands traits, et en permettre déjà la comparaison avec d'autres Flores. La plupart des plantes, que j'ai énumérées, se retrouvent dans d'autres régions situées entre les tropiques, souvent à des distances considérables. J'ai dit quelques mots sur l'origine probable de certains de ces végétaux ; pour des notions plus complètes à cet égard, je ne peux mieux faire que de renvoyer le lecteur à la *Géographie Botanique raisonnée* de M. A. de Candolle : peut-être trouverait-on quelques détails utiles dans une notice que la Société Impériale des Sciences naturelles de Cherbourg a bien voulu insérer dans ses Mémoires (1).

Une rapide esquisse, comme celle que je viens d'essayer de présenter, ne peut suffire aux botanistes sérieux : ils trouveront des renseignements précieux dans le *Hortus Mauritianus* de Bojer. Je leur recommanderai la notice, que j'ai citée, de M. L. Bouton, sur les plantes médicinales de Maurice (2) : la Flore de Cochinchine,

(1) *Recherches sur l'origine et la provenance de quelque végétaux phanérogames observés dans les îles du Grand-Océan*, par H. Jouan; Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Cherbourg, T. XI, 1865.

(2) *Transactions of the Royal Society of Arts and Sciences of Mauritius*, New series, Part 1, vol. I. 1857.

de Loureiro, peut fournir des notions sur les plantes originaires de l'Asie et sur quelques végétaux de l'Afrique orientale.

Je joindrai à la liste des végétaux quelques arbres rencontrés également dans les deux archipels, et que je ne connais que sous les noms qu'on leur donne à Madagascar.

L'*Alo*, colosse du règne végétal malegache. M. Carayon (1) en cite un qui avait plus de neuf mètres de circonférence à un mètre et demi au-dessus du sol, et cette énorme grosseur, à peine moitié de celle qu'il avait au ras de terre, par suite de l'excroissance de ses racines formant autour du tronc une série d'angles saillants et d'angles rentrants comme les panneaux d'un paravent, cette grosseur, dis-je, continuait jusqu'à une hauteur considérable sans diminution sensible ; mais les sujets, dont le tronc a plus de 1 m. 30 centimètres de diamètre, sont ordinairement creux à l'intérieur ; celui que cite M. Carayon ne végétait que par son écorce. Bois jaune, à reflets dorés, ayant la consistance du noyer, moins pesant que le chêne.

Le *Ram*, très-grand arbre dont les racines montrent la même disposition. Le tronc est revêtu d'une écorce blanchâtre qui se détache facilement, et porte une cime en parasol. Cet arbre fournit une résine semblable à la résine *élémi*, qui, mêlée avec deux tiers de suif, remplace le brai dans les constructions navales. Le *Ram* est surtout commun dans l'île de Nossi-bé et dans la partie N.-O. de Madagascar. L'odeur prononcée de térébenthine qui s'exhale de cet arbre en rend le voisinage insupportable. Le bois n'est bon à rien.

(1) L. Carayon: « *Histoire de l'établissement français de Madagascar pendant la Restauration.* » Paris. 1845, p. 192.

Le *Tsaré*, bois blanc, bon pour le charpentage.

L'*Amota*, espèce de figuier, qui ferait un bel arbre d'ornement.

Le *Varanto* (1) ressemble aux Nates : il croît au bord de la mer, et quelquefois son pied est baigné par la marée montante.

Le *Varohoun*, arbre au feuillage terne et poudreux, croissant au voisinage de la mer, dans les terrains marécageux, en compagnie des palétuviers. Le fruit est une amande très-dure, anguleuse, de la grosseur d'un œuf de pigeon. Bois de couleur grise, à reflets soyeux, pesant à peu près comme le chêne.

Tous ces bois ont le défaut, commun à presque tous les arbres des pays chauds, d'avoir peu de liant et d'offrir souvent des fibres entrelacées qui les rendent difficiles à travailler.

---

*Nota.* — Dans ce qui précède, à propos des coraux qu'on remarque dans les Comores et dans les Séchelles, j'ai fait plusieurs fois allusion à la théorie de Darwin sur la formation des récifs madréporiques, la seule, disais-je, qui rende bien compte de ces phénomènes : cependant des faits reconnus récemment semblent la contredire, au moins dans quelques unes de ses affirmations absolues.

D'après Darwin, les récifs qui constituent les Atolls, et ceux qui s'étendent en avant et au large des côtes (*barrier reefs*) dont ils sont séparés par un canal souvent très-profond, sont composés de polypiers ayant originairement pris naissance sur des rochers qui, à une autre époque, formaient le rivage : par suite d'un abaissement du lit de la mer, ces rochers se sont enfoncés, plus ou moins rapidement, sous les eaux, pendant que

(1) Ou *Vouarantou*.

croissaient les coraux pour regagner la surface : les récifs attenant au rivage (*fringing reefs*) se sont, au contraire, formés sur des côtes qui n'ont pas été soumises à un affaissement, et, souvent même, la présence de restes organiques, au dessus du niveau actuel de la mer, démontre que ces terres ont été soulevées ou sont encore soumises à l'effet de forces ascensionnelles. Ces derniers récifs s'étendent plus ou moins loin au large, suivant que le prolongement du rivage sous les eaux se fait par une pente plus ou moins raide, jusqu'au point où la profondeur ne permet plus aux polypiers de vivre. Le grand principe, sur lequel Darwin fonde ses hypothèses, est que les coraux ne peuvent pas vivre passé une certaine profondeur, 20 ou 30 brasses tout au plus (1), que par conséquent il leur faut absolument, à cette profondeur extrême, des fondations, des assises, pour élever leurs constructions jusqu'à la surface. Je ne suivrai pas l'auteur dans les raisonnements par lesquels il démontre que l'affaissement du lit de la mer dans certains cas, son exhaussement dans d'autres cas, sont les seules causes productrices de ces fondations indispensables : je renvoie le lecteur au travail que j'ai plusieurs fois cité.

L'hypothèse de Darwin est combattue aujourd'hui par le Dr Semper, qui a rapporté d'un long séjour aux I. Philippines, une série d'observations sur cet archipel. Je ne connais les travaux du professeur de l'Université de Wurtzbourg que par le compte-rendu succinct donné par un journal (1). M. Semper oppose à Darwin les découvertes toutes récentes qui prouvent que la vie ne s'arrête pas, comme on le croyait, à peu de distance de la surface des eaux, mais qu'au contraire, on rencontre quelquefois une Faune sous-marine abondante et variée à des profondeurs qu'on avait généralement crues privées d'êtres vivants, ou habi-

(1) D'après MM. Quoy et Gaimard, les espèces capables de couvrir de grands espaces en superficie ne peuvent ni vivre, ni se développer, à plus de 10 ou 11 mètres au dessous de l'eau. (*Mémoire sur l'accroissement des Polypes lithophytes considéré géologiquement* ; Voy. de *l'Uranie*, Zool. p. 138.)

(1) *Revue des Deux-Mondes*, 1er février 1870. Semper, *Reisen im Archipel der Philippinen*. Leipzig, 1868.

tées seulement par des espèces inférieures (1). M. Pourtalès, sur la distance qui sépare la Floride de l'île de Cuba, a trouvé par 500 brasses (914m) de fond, sous une pression de 100 atmosphères, des Echinides, des Astéries, des Ophiurides, des Crinoïdes, des *Coraux*, des Crustacés de plusieurs espèces, des Annélides, des Mollusques. Il n'en est pas partout de même; ainsi les sondages, opérés en 1868 par M. W. B. Carpenter entre le N. de l'Ecosse et les I. Féroë, à des profondeurs allant jusqu'à 630 brasses (1188m), démontrent que sur des points, peu éloignés les uns des autres, le fond de l'Océan peut être aussi désert que le Sahara, tandis qu'ailleurs, à des profondeurs dix fois plus grandes, la vie surabonde. La température de l'eau a une influence bien plus considérable que la profondeur sur la distribution des êtres vivants dans les mers profondes ; les différences de température sont dues à des courants venant de latitudes plus chaudes ou plus froides.

M. Pourtalès, en suivant une direction perpendiculaire à la côte, a reconnu trois zônes successives dont la Faune est très distincte (2). 1° La première, uniformément inclinée sur une distance de 4 à 5 milles, est composée de petites coquilles et de coraux, et est assez stérile : 2°, une bande de 20 milles de largeur commence à la profondeur de 90 brasses et descend jusqu'à 300 brasses, beaucoup moins inclinée que la précédente.

Le fond de cette espèce de plateau consiste en calcaire de formation actuelle, sans cesse épaissi par l'accumulation et la consolidation des coraux qui sont très-nombreux, des Echinodermes et des Mollusques. On peut le considérer comme la base d'un futur récif qui, lorsque sa surface sera au niveau de la mer, se montrera recouvert d'une puissante végétation madréporique (3). La 3e zône a une pente plus rapide qui descend jus-

(1) W. B. Carpenter ; « Sur la température et la vie animale dans les profondeurs de la mer; » *Revue des Cours Scientifiques*, 10 juillet 1869.

(2) Journal le *Temps*, du 22 février 1870 ; *Causerie scientifique*.

(3) Il paraît que les coraux très-nombreux du plateau calcaire, et les Echinodermes, ont plus d'affinité avec les espèces tertiaires et crétacées qu'avec celles de la côte actuelle des Etats-Unis, mais je n'ai pas à m'occuper de ce côté de la question.

qu'à 500 brasses ; le lit de cette partie est composé de foraminifères et de globigérines.

Le plateau calcaire du milieu semble donc destiné à faire, un jour, un grand récif isolé, séparé de la côte : ainsi l'opinion de Forster, généralisée par Péron, que le récif, premier fondement des îles basses, est formé par les animaux habitant les lithophytes qui ont élevé, ou élèvent encore, des profondeurs de l'Océan, de nombreux archipels et des écueils dangereux, cette opinion, combattue avant Darwin par MM. Quoy et Gaimard, pourrait être vraie, au moins dans certains cas ; car il peut se faire aussi sans doute que les coraux profitent quelquefois de lignes de soulèvement, de haut fonds arrêtés à peu de distance de la surface de la mer, pour élever leurs constructions, ainsi qu'on peut le remarquer sur quelques-unes des îles basses de l'Océan Pacifique (1). M. Semper incline à croire que les Atolls sont le résultat de soulèvements, et que le travail des coraux commence à des profondeurs considérables, pourvu qu'ils trouvent des fonds rocheux convenables pour se fixer. Il est probable que des causes complexes concourent à la production de ces curieux phénomènes. Selon cet auteur, l'examen attentif des groupes de récifs des îles Pellew (Pélion) fait reconnaître, sur un espace de 60 milles à peine, toutes les variétés de récifs décrites par Darwin, et il serait difficile d'admettre qu'elles ont été produites, à la fois, par une dépression et par un exhaussement, comme cela devrait être d'après la théorie de ce dernier. On a vu, par ce que j'ai rapporté, que, dans les Comores, les mêmes faits se produisent : à des distances moindres, on remarque des *barrier reefs* et des *fringing reefs*, dont l'existence impliquerait, d'après Darwin, des oscillations du lit de la mer dans les deux sens. Cette particularité des récifs des Comores est une raison de plus pour attirer l'attention sur cet archipel.

(1) H. Jouan ; *Note sur les Iles Basses et les Récifs de Corail du Grand Océan* ; Mém. de la Soc. Imp. des Sciences nat. de Cherbourg, Tome VII, 1859.

# NOTE

# SUR LES TUBERCULES

## DU *CALLITRICHE AUTUMNALIS*

PAR

MM. KARELSCHTIKOFF et S. ROSANOFF.

Feu Mr. S. Karelschtikoff, professeur de botanique à l'Institut d'agriculture de Saint-Pétersbourg, avait trouvé, pendant l'été 1868, des échantillons de *Callitriche autumnalis* qui portaient sur leurs tiges et sur leurs rameaux de singulières excroissances en forme de petits tubercules; il avait ramassé ces échantillons parmi diverses algues aux bord d'un étang. La mort a saisi ce savant, avant qu'il ait pu terminer le travail entrepris dans le but d'élucider le mode de formation et les causes de l'apparition de ces excroissances, qui pour la première fois, autant que je sache, ont été observées par lui. Son attention avait été surtout attirée par leur structure anatomique extraordinaire, et j'eus occasion de connaître l'opinion qu'il s'était formée à cet égard; après sa mort, les notes qu'il avait prises à ce sujet m'ont été

communiquées, et la question m'a paru assez curieuse pour m'engager à compléter ses observations. Ce fut donc avec une grande satisfaction que j'appris de M. Borodine qu'il avait récemment trouvé, dans les collections scientifiques laissées par M. Karelschtikoff, des échantillons tuberculeux de *Callitriche autumnalis* conservés dans l'alcool. Je les ai étudiés, et la présente note contient le résultat des recherches faites par M. Karelschtikoff et par moi-même. On verra plus loin que M. Karelschtikoff pouvait regarder son travail comme à peu près achevé, car il envisageait les tubercules en question comme étant le produit d'une nutrition anormale de la plante; pour moi, et par suite de l'opinion différente que je me suis formée, je dois avouer que l'exposé suivant est loin d'être complet. En effet, attribuant la formation des tubercules à l'influence excitante d'une végétation parasite, je devrais présenter une histoire complète de son développement : or je ne suis pas en mesure de le faire, n'ayant pas à ma disposition des sujets vivants. Je me borne donc à une étude anatomique comparative des échantillons conservés, et je ne touche à l'histoire du développement qu'autant qu'une pareille étude peut le permettre.

Les tubercules du *Callitriche autumnalis* présentent des renflements locaux de la tige et des rameaux sur l'étendue de un ou plusieurs entrenœuds. Les feuilles insérées sur les parties renflées ne subissent aucun changement quant à leur forme, à leur structure et à leur couleur; seulement leurs points d'insertion sont plus ou moins déplacés. Les dimensions des tubercules sont sujettes à des variations assez considérables; les plus grands n'excèdent pas 8 millimètres en longueur. Ils sont pour la plupart allongés dans le sens de l'axe qui

les porte et leur surface est souvent très-granuleuse. Autant que je me souviens, leur couleur à l'état frais est d'un vert foncé, tandis que ceux qui ont séjourné depuis longtemps dans l'alcool sont d'un brun foncé. La fig. 1 (Pl. V) représente un rameau, de grandeur naturelle, orné de trois tubercules. Avant de procéder à la description de leur structure anatomique, je ferai remarquer que les fleurs et les fruits qui se trouvent à l'aisselle des entrenœuds hypertrophiés participent souvent plus ou moins à la métamorphose.

Quant à la structure de la tige normale du *Callitriche autumnalis*, elle est bien connue depuis la description qu'en a donnée M. Hegelmaier (1). Un faisceau fibro-vasculaire combiné occupe le centre de l'axe; ce faisceau bien défini est séparé du tissu périphérique par une couche verticale composée de cellules disposées en rangées radiales et séparées latéralement par de grandes lacunes aérifères. Le tissu périphérique se compose de l'épiderme et de la couche sous-épidermique. Rien de pareil ne s'observe dans les parties hypertrophiées correspondant aux tubercules. Notre fig. 2 représente la coupe transversale d'une de ces parties : on y voit que le faisceau passe insensiblement dans le tissu cortical et ce dernier dans la couche périphérique, et qu'ainsi n'existe plus cette limitation prononcée propre au tissu normal; les méats aérifères ont également disparu. Le tubercule tout entier présente donc une masse compacte, et la partie intermédiaire entre le centre et la périphérie se compose de cellules allongées dans le sens radial. Outre ces traits caractéristiques on observe encore une singularité, c'est que dans le tissu intermédiaire sont

(1) Monographie der Gattung *Callitriche*, 1864.

disséminées de grandes ouvertures que M. Karelschtikoff a supposées être des méats intercellulaires élargis. D'après mes propres observations, ces ouvertures correspondent à de grandes cellules ayant une membrane propre (fig. 3) avec des pores arrondis, qui présentent souvent quelque ressemblance avec des pores cribreux. La comparaison de coupes transversales avec des coupes longitudinales m'a fait croire que ces grandes cellules sont à peu près isodiamétriques, et que, sur les côtés qui avoisinent les petites cellules environnantes, elles sont plus ou moins arrondies, tandis que sur les faces par lesquelles deux grandes cellules se touchent immédiatement et là où elles ne sont séparées que par une mince couche de tissu fondamental, elles sont aplaties. Dans la plupart des cas les grandes cellules se trouvent réunies par groupes de deux, trois ou davantage, mais on en rencontre aussi d'isolées. Les membranes de ces cellules se colorent facilement en bleu sous l'influence de l'iode et de l'acide sulfurique, ou d'une solution d'iode dans le chlorure de zinc.

Avant de passer à l'examen du mode probable de leur formation, je vais décrire leur contenu, dont une partie seulement est visible dans notre fig. 2, faite à l'aide de la chambre claire; la plus grande partie des singuliers corps qui se trouvent dans les grandes cellules a été enlevée de la coupe à l'aide d'un pinceau afin de la rendre plus claire. Ces corps, entourés d'un suc cellulaire incolore et limpide, ont la forme de tablettes appliquées contre la surface intérieure de la paroi cellulaire, dont elles imitent plus ou moins les courbures. Il faut faire remarquer que pour la plupart ces tablettes se trouvent du côté avoisinant le tissu fondamental, tandis que les cloisons qui séparent deux grandes cellules voisines en

sont dépourvues (fig. 2, *c*). Retirées des plantes vivantes les tablettes sont, autant que je m'en souviens, incolores; et prises dans des échantillons conservés depuis plus d'un an dans l'alcool, elles présentent une teinte brune foncée. Leurs dimensions et leurs formes varient beaucoup (1); on en trouve qui sont tout-à-fait rondes (fig. 7,9), d'autres triangulaires, elliptiques, etc.; assez souvent elles imitent la forme d'un marteau ou de lames étirées en plusieurs points. Quant à leur épaisseur, elle est remarquablement constante; leur développement s'accomplit de préférence dans un seul plan, et les sinuosités et courbures dépendent, comme je l'ai déjà dit, de la forme des parois cellulaires contre lesquelles elles sont appliquées (fig. 3).

Sous un grossissement moyen, on reconnaît déjà que chaque tablette offre une structure bien déterminée. En employant un grossissement plus fort, on s'assure qu'elle est composée de très-petites cellules polygonales (fig. 3 et 9), disposées en deux couches et formant un tissu parenchymateux sans interstices; les tablettes composées de trois couches cellulaires se rencontrent rarement. Chacune des cellules constituantes contient un noyau très-réfringent qui ne remplit pas complètement sa cavité et offre souvent un contour plus ou moins irrégulier; quelquefois on distingue dans sa masse un petit granule. On trouve aussi des cellules contenant plusieurs noyaux dont les dimensions sont alors beaucoup moindres. Les cellules dont sont composées les tablettes varient peu dans leurs dimensions; mais par exception on rencontre çà et là des tablettes qui se dis-

(1) Je ne parle d'abord que des tubercules complètement développés.

tinguent en ce qu'elles contiennent parmi leurs cellules constituantes une ou plusieurs cellules de dimensions doubles ou multiples (fig. 12). Quand on observe ces formations avec un grossissement faible, les noyaux brillants qui dominent dans l'image font croire que la masse des tablettes ne consiste que dans l'agglomération de ces noyaux sphériques; mais en examinant les bords des tablettes brisées lors de la préparation, on voit les noyaux sortir des cellules marginales, et c'est le meilleur moyen pour se convaincre de l'exactitude de la description que nous venons de donner.

Les analyses microchimiques et une analyse macrochimique ont conduit M. Karelschtikoff à la conclusion que les formations en question contiennent dans la membrane de leurs cellules constituantes une notable quantité de silice. Je puis confirmer ce résultat obtenu par mon regrettable ami, en tant qu'il concerne la présence de la silice dans la masse des tubercules; quant à son mode de répartition dans cette masse, nos conclusions sont différentes en ce que, selon moi, la silice se trouve dans tout le tissu ainsi que dans les tablettes, mais dans ces dernières elle n'imprègne que les membranes superficielles tandis que les cloisons qui séparent les petites cellules n'en contiennent point. En effet, quand on incinère sur une lame de platine la coupe d'un tubercule, on obtient un squelette siliceux de cette coupe entière ; les tablettes ont disparu, et à leur place on voit des vésicules transparentes sans traces de cloisonnement. Les mêmes vésicules apparaissent lors de l'incinération de tablettes isolées.

Une solution d'iode colore les tablettes en brun foncé; ce sont principalement les noyaux des petites cellules qui prennent cette couleur, tandis que leurs membranes

conservent une teinte plus claire. En ajoutant de l'acide sulfurique à ces préparations colorées par l'iode, on voit la membrane des petites cellules prendre une teinte bleuâtre très-claire et se gonfler très-peu. Ces membranes ne se dissolvant pas dans l'acide sulfurique de la même manière que les noyaux, les lignes de séparation entre les petites cellules deviennent moins distinctes. L'acide sulfurique additionné de sucre de canne colore le contenu des petites cellules en rose clair, ce qui indique la présence de substances azotées ; ce résultat est en concordance avec la réaction produite par le sulfate de cuivre et la potasse caustique. Traitées par une solution de potasse caustique, les tablettes deviennent plus homogènes, probablement à cause du gonflement de la membrane, et en même temps se décolorent, surtout quand on chauffe ; les noyaux se gonflent aussi, et dans plusieurs cellules de chaque tablette on voit, au centre, de petits espaces polygonaux et sombres. Je pense que ce sont les interstices entre plusieurs noyaux gonflés qui se trouvent dans la même cellule. En faisant macérer les tablettes dans un mélange d'acide azotique et de chlorate de potasse, on force les cellules de chaque tablette à se dissocier; dans le champ du microscope on voit alors une multitude de petites vésicules dont la membrane est très-nette et dont le contenu s'est transformé en un petit granule.

Les réactions décrites ci-dessus sont de nature à faire supposer que la membrane des cellules constituant les tablettes consiste de cette variété de cellulose qui est propre aux tissus des champignons. Les faits qui vont suivre viennent à l'appui de la supposition que dans ces tablettes nous avons affaire à un organe de reproduction d'un champignon parasite.

M. Karelschtikoff n'avait trouvé sur les formations en question que de faibles traces d'appendices, qu'il envisageait comme étant les styles par lesquels les tablettes sont attachées aux parois cellulaires; il les assimilait aux cystolithes des Urticées et des Acanthacées, dont elles n'auraient différé que parce qu'elles contiennent de la silice au lieu de carbonate de chaux. Pour moi, je suis amené à voir dans ces appendices les restes d'un mycelium; en effet j'ai pu constater souvent que ce sont des tubes ayant une cavité très-étroite, néanmoins visible, et remplie d'une matière granuleuse. Il est bien vrai qu'ordinairement ces tubes sont pleins et fragiles, peut-être parcequ'ils sont imprégnés de silice. Ces tubes partent d'un point quelconque de la tablette et aboutissent à la paroi cellulaire qu'ils perforent probablement pour se répandre dans le tissu environnant. (fig. 3—9). Dans la plupart des tubercules adultes, on ne voit que des traces du mycelium, d'une ténuité extraordinaire; mais on trouve aussi des tubercules dans lesquels le mycelium apparaît avec une netteté parfaite (fig. 11). Les filaments, irrégulièrement ramifiés et assez gros pour laisser distinguer leur cavité, perforent les cloisons cellulaires et parcourent les tissus du tubercule dans toutes les directions. Le plus grand développement de ce mycelium a lieu dans les grandes cellules, qu'il traverse en droite ligne ou en s'appliquant contre leurs parois. On pourrait bien supposer que ce soit une végétation parasite indépendante des tablettes et appartenant à un tout autre organisme. Mais ayant observé que ce mycelium envoie à chaque tablette des ramifications qui y aboutissent sans s'y développer davantage, je crois être en droit d'affirmer que les tablettes se développent à l'extrémité de ces filaments. Le mycelium peut bien

la masse du contenu grumeux, qui dans les tubercules conservés dans l'alcool présente une couleur brune. En passant en revue des états de plus en plus adultes, on s'assure bientôt que les cellules contenant ces corps s'agrandissent peu-à-peu, et que les corps bruns, d'abord entièrement homogènes, commencent à transformer leur contenu en de petites vésicules (cellules) plus ou moins arrondies. Ces vésicules paraissent être libres, et ne se réunissent que plus tard en un tissu parenchymateux. Si cette observation se confirme par l'étude d'échantillons vivants, le tissu régulier des tablettes devra être placé dans la catégorie des pseudoparenchymes. Quand on n'a à sa disposition que des échantillons morts, il est à-peu-près impossible de décider avec la certitude désirable quel est le mode de développement des tablettes dès leur première apparition, ainsi que le mode d'aggrégation de leurs petites cellules ou vésicules constitutives; je donne ici néanmoins un aperçu des principales phases du développement, tel qu'il se présente à mon esprit d'après tout ce que j'ai pu voir jusqu'à présent. Le champignon pénètre d'une manière quelconque dans le tissu du *Callitriche* et s'y répand, dans une certaine étendue des tiges, sous la forme d'un mycelium extrêmement fin et dont les filaments s'introduisent de préférence dans les interstices cellulaires. Quelques-uns des rameaux de ces filaments perforent les membranes de certaines cellules et, en se ramifiant dans les cavités de ces dernières, elles se gonflent à leurs extrémités; ces renflements, de diverses figures, se transforment peu-à-peu en tablettes. Il me semble que plusieurs renflements peuvent s'associer pour former une seule tablette; du moins j'ai vu dans de jeunes tubercules des agglomérations de gonflements, et parmi les tablettes développées

varier quant à son épaisseur et à l'abondance de ses filaments; dans la plupart des cas il est très-peu développé; cette rareté et son exiguité dans des tubercules complètement formés ne me paraissent pas fournir des arguments contre l'explication que je propose de la formation des tubercules. On connait un grand nombre de champignons parasites qui, à l'époque de leur reproduction, présentent peu d'indices d'un mycelium; je citerai seulement diverses espèces d'Ustilaginées, le *Schinzia alni* Woron. (1), le *Pythium gracile* Schenk (2), le *Saprolegnia de Barii* décrit récemment par M. Walz (3), etc. De même que dans tous ces cas l'histoire du développement ne laisse aucun doute sur leur nature, les observations faites sur de jeunes tubercules du *Callitriche autumnalis* paraissent pleinement confirmer mes conclusions.

Dans les tubercules encore très-jeunes, le mycelium, quoique bien difficile aussi à trouver, se présente cependant plus souvent aux yeux de l'observateur. Les cellules dans lesquelles doivent se développer les tablettes, sont peu différentes, quant à leur grandeur, des cellules environnantes; mais elles contiennent déjà un réseau de filaments excessivement fins, semblables aux traînées protoplasmatiques des cellules vivantes; entre les mailles de ce réseau se trouvent des corps arrondis ou de forme irrégulière, polygonale, aplatie, appliqués contre les parois de la cellule ou situés en son milieu et en liaison évidente avec les filaments du réseau. Leur membrane extérieure est indistincte et passe insensiblement dans

(1) Mémoires de l'Académie Imp. de St-Pétersbourg, VII^e^ série. T. X, n° 6.

(2) Algol. Mitth. in d. Sitz. d. phys. med. Gesellsch. zu Würzburg, 14 Nov. 1857.

(3) Bulletin de l'Université de Kiew, 1869.

on en trouve qui présentent à leur surface des lignes déliées divisant toute la tablette en plusieurs parties.

Il est vraisemblable que les tablettes que j'ai décrites représentent les organes de fructification de notre parasite entophyte, et que les petites cellules sont des spores.

Quant à l'influence exercée par ce parasite sur la plante qu'il habite, elle peut être comparée aux phénomènes provoqués par le développement de certaines Ustilaginées (*Ustilago maidis*, p. ex.), par l'*Exoascus Pruni*, l'*Exobasidium Vaccinii*, le *Protomyces macrosporus*, certains *Podisoma*, etc., qui tous excitent dans les organes des plantes nourricières une activité plastique extraordinaire. Le mycelium du parasite que nous venons de décrire ne tue pas par son contact les cellules du *Callitriche autumnalis*, comme le fait par exemple le mycelium des *Perenospora*; au contraire, sous son influence se produit une multiplication exagérée des cellules. Les cellules dans lesquelles se forment des sporanges (tablettes), ne se divisent pas; elles ne font que s'élargir au fur et à mesure que le tissu environnant s'accroît.

Je viens d'exposer les principaux faits qui résultent de l'étude anatomique des tubercules du *Callitriche autumnalis*, et les conclusions que, selon moi, il était permis d'en tirer. Il est très-possible qu'il se passe un long temps avant que je puisse avoir en ma possession de semblables formations à l'état vivant; je n'hésite donc pas à livrer à la publicité cette esquisse incomplète, dans l'espoir que l'étude de matériaux vivants viendra plus tard confirmer mes suppositions, au moins quant aux points principaux, et que la découverte de M. Karelschti-

koff attirera l'attention de mycologues plus expérimentés dans l'investigation des champignons parasites.

Nota. J'ajouterai encore que j'ai observé plusieurs fois que les grandes cellules contenant les sporanges (?) étaient traversées d'un côté à l'autre par une tige droite et solide de cellulose, attachée par ses extrémités aux parois diamétralement opposées. D'après M. Fischer de Waldheim (Pringsheim, Jahrbucher VII, p. 79) et les observations inédites de M. de Bary, les Urédinées et les Ustilaginées produisent souvent, dans les cellules des plantes qui les portent, un dépôt abondant de cellulose autour des filaments du mycelium. Les figures de M. Fischer de Waldheim ressemblent beaucoup à ce que j'ai vu dans le *Callitriche*, seulement la cavité n'est pas visible, probablement parce que le mycelium est excessivement délié.

---

## EXPLICATION DES FIGURES.

(Planche V.)

Fig. 1. — Rameau de *Callitriche autumnalis* portant 3 tubercules (grandeur naturelle).

Fig. 2. — Coupe transversale d'un tubercule ; *c* les grandes cellules dans lesquelles se développent les sporanges ou tablettes (80 diam.).

Fig. 3. — Deux grandes cellules, dont une contient une tablette, *t*, qu'on voit ici de profil. Un court appendice réunit la tablette à la paroi cellulaire. En *m* on voit de face une partie de la membrane avec les pores arrondis (800 diam.).

Fig. 4. — Une tablette, vue de face, portant les restes de trois filaments du mycelium. Les petites cellules dont se compose la tablette sont polygonales, sans interstices, et chacune d'elles renferme un noyau très-brillant (1040 diam.).

Fig. 5. — Une portion de la paroi appartenant à une grande cellule, portant, au point de réunion de deux petites cellules voisines, une vésicule qui est en voie de se transformer en une petite tablette. On distingue plusieurs cellules qui sont encore libres et présentent une forme allongée (1040 diam.).

Fig. 6. — Une tablette triangulaire montrant avec une netteté parfaite sa liaison avec le tube du mycelium qui, dans ce cas, présentait une épaisseur remarquable (1040 diam.).

Fig. 7. — Une partie du mycelium isolée et portant à l'extrémité d'un rameau un petit gonflement qui contient déjà plusieurs petites cellules ; c'est le commencement d'une tablette (800 diam).

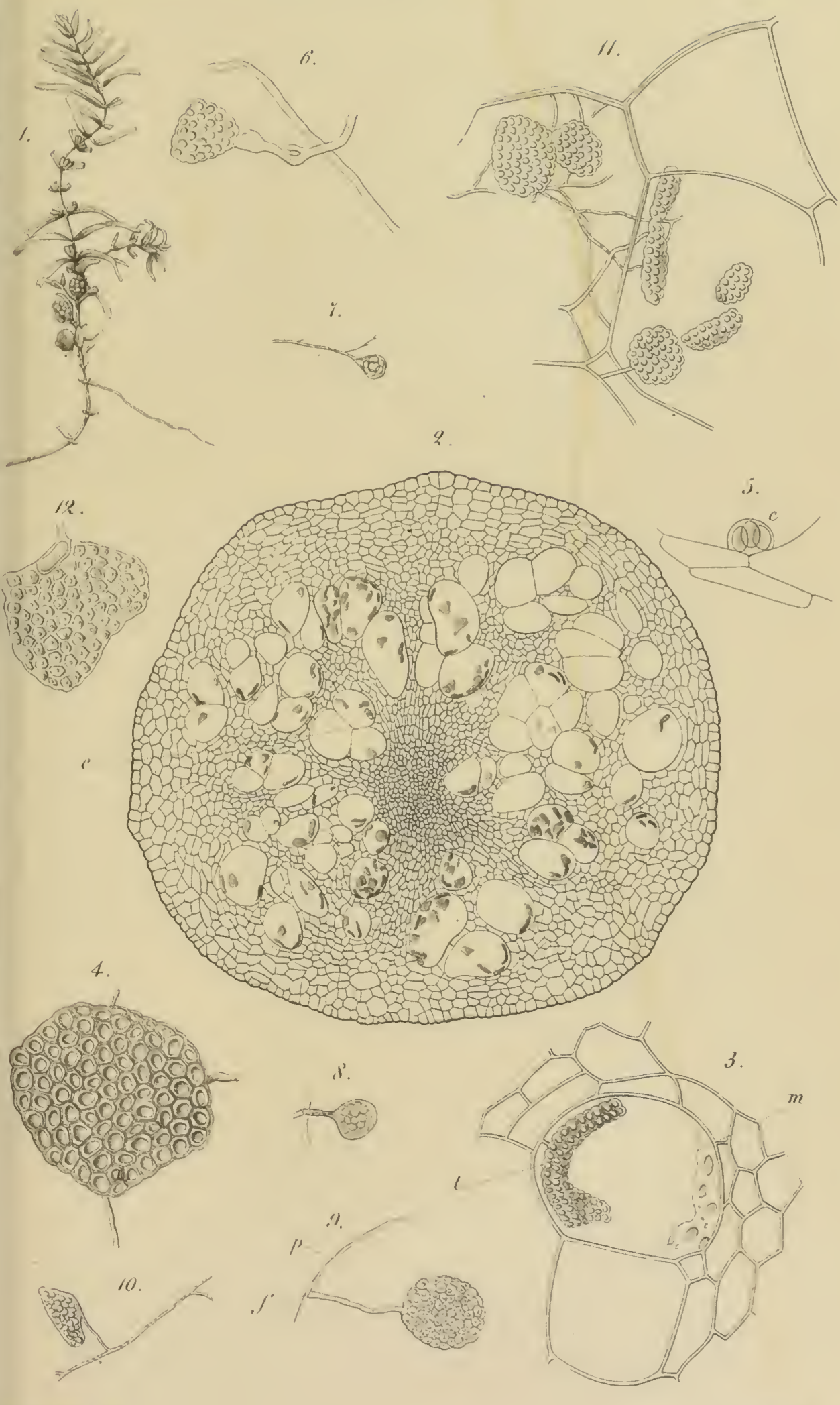
Fig. 8. — Une jeune tablette avec le filament qui la porte (380 diam.).

Fig. 9. — Une tablette plus développée, dont les cellules constitutives se sont déjà réunies en un tissu dense; elle est attachée à un assez long filament qui aboutit à la paroi *p* au point *f* (800 diam.).

Fig. 10. — Préparation semblable à la précédente ; seulement le mycelium, dont un rameau porte la tablette, est détaché sur une plus grande étendue (380 diam.).

Fig. 11. — Partie d'une coupe transversale d'un tubercule dans lequel le mycelium était très-développé (800 diam.).

Fig. 12. — Une tablette dont une des cellules constituantes est au moins trois fois plus grande que toutes les autres (1040 diam.).




moff' ad nat. del.

C. Laue lith.

NATURAL HISTORY.

# LES

# LOPHOBRANCHES

PAR

Mr. Aug. DUMÉRIL,

Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'histoire naturelle,
Membre correspondant de la Société.

Les Lophobranches (1) peuvent être caractérisés de la manière suivante:

Poissons de petite taille, à squelette osseux, à corps allongé et étroit, revêtu, au lieu d'écailles, de petits écussons minces, disposés autour du tronc et de la queue en anneaux plus ou moins nombreux, tous pourvus de saillies, d'où résulte une forme polygonale; queue sans nageoire caudale, et préhensile chez plusieurs, ou à caudale généralement courte; museau, chez les uns, aplati, prolongé au devant de la bouche qui s'ouvre sous sa base, mais chez les autres, tubuleux et à l'extrémité antérieure duquel sont les os des mâchoires circonscrivant la fente de la bouche qui est petite et presque verticale; jamais de dents; nageoires, dans le plus grand

(1) Λόφος, crête, houppe, Βράγχια, branchies; dénomination tirée de la conformation tout à fait exceptionnelle des organes respiratoires et introduite dans la nomenclature ichthyologique, en 1817, par Cuvier (*Règne animal*, 1e édit.. t. II, p. 155.)

nombre, peu développées, à rayons simples ou articulés; ventrales et caudale manquant souvent, et même quelquefois, les pectorales; branchies en houppes, et formées de feuillets supportés par des pédicules courts et arrondis, disposés en double série sur les arcs ; opercules fixés à la ceinture scapulaire par une membrane que soutiennent, de chaque côté, 2 ou 3 rayons branchiostèges, et ne laissant libre qu'une courte et étroite ouverture pour la sortie de l'eau; vessie natatoire sans canal aérophore; œufs des espèces dont on connaît le mode de reproduction portés, chez presque toutes, par le mâle, jusqu'à l'éclosion, soit dans une poche sous-caudale ou sous-ventrale, soit simplement sous le ventre.

Le mode de locomotion des Lophobranches est intéressant à étudier, parcequ'il présente des particularités propres à ces poissons.

Il faut d'abord signaler la singulière faculté dont sont douées les espèces de la sous-famille des Hippocampinés, mais surtout celles du genre Hippocampe et les Synguathes sans caudale comme ces derniers, particulièrement les *Nerophis*, d'enrouler leur queue autour des corps qui offrent une certaine résistance.

Souvent, plusieurs individus se groupent autour d'un même appui et restent ainsi, pendant un temps assez long, épiant les petites proies qui passent à leur portée, mais conservant une immobilité presque complète et ayant, suivant la remarque de Lyonnet,(1) « un air sérieux, pensif et réfléchi » qu'il attribue à l'indépendance des mouvements des yeux, ce qui lui a fait supposer « non sans quelque raison, que l'animal peut fixer son attention en

(1) *Sur le cheval marin* : *Rech. sur l'anat. et les métamorphose des insectes* publiées en 1832, par de Haan, p. 368.

même temps sur deux objets à la fois, quoique fort écartés l'un de l'autre. » Quelquefois même, ils forment un groupe en s'attachant les uns aux autres ou se fixent au corps des poissons près desquels ils se trouvent.

Quant à leur mode de natation, il a été observé attentivement par M. Leckenby (1), et par M. Weinland, qui, après avoir donné une note sur ce sujet en 1858 (2), y est revenu avec plus de détails en 1861 (3). Il à fait observer que les Syngnathes, contrairement à ce qui a lieu chez les autres poissons dont la progression se fait par des mouvements de latéralité de la queue, avancent sans imprimer au corps aucune inflexion. En raison de sa gracilité et du peu de développement de l'uroptère, la queue ne peut jouer efficacement le rôle d'un aviron. La nageoire dorsale détermine une ondulation très-manifeste de l'eau, et, de la sorte, se trouve produit le déplacement. Selon toute évidence, dit M. Weinland, les vibrations ondulatoires de la dorsale agissent comme l'hélice d'un bateau à vapeur, les déplacements successifs des différentes parties de la nageoire dans le sens de sa longueur pouvant être comparés à une portion des mouvements en spirale de cet appareil de locomotion.

Des observations analogues relativement au mode de natation ont été faites par M. L. Agassiz sur les jeunes Lépidostés et de cette comparaison, il tire un des arguments de la possibilité de rapporter les Lophobranches à la sous-classe des Ganoïdes (4). Sur les Lépidostés, M. Weinland a fait les mêmes remarques que le

(1) *Ann. and mag. nat. hist.*, 1858, t. II, p. 416.

(2) *Proceed. Boston soc. nat. hist.*, 1858, t. VI, p. 346.

(3) *Zool. Gart.*, 1861, p. 199.

(4) *De l'espèce et de la classificat. en zool.*, trad. de l'angl. par Vogeli, 1869.

zoologiste de Cambridge (Massachusetts), et il suppose qu'il doit en être de même pour les Polyptères, mais il n'en tire aucune conséquence relative à la classification.

Le jeu de la dorsale dont il vient d'être question se comprend lorsqu'on étudie l'action de ses muscles, comme Kner l'a fait en 1855 (1).

Il a reconnu que le mouvement ondulatoire très-rapide qui rappelle celui des Rotifères est dû à la mobilité indépendante des rayons. Sous les muscles superficiels longitudinaux, il a trouvé les muscles propres des rayons à peine isolés les uns des autres et presque tous parallèles, ce qui est d'autant plus remarquable, dit-il, que les longues pièces osseuses qui supportent les rayons sont, dans le squelette des Syngnathes, disposés au nombre de 3 à 5 au-dessus de chaque vertèbre, comme les touches d'un éventail ; suivant la longueur de la dorsale, il y a plus ou moins de vertèbres surmontées par ces tiges divergentes que Schneider a représentées (2). Les muscles se fixent à la base des rayons par des tendons grêles.

Chez les Hippocampes, les porte-rayons sont, au contraire, presque parallèles, les antérieurs et les postérieurs seuls un peu divergents s'appuient sur les apophyses épineuses divisées supérieurement de chacune des vertèbres qui se trouvent en rapport avec la nageoire. Terminés à leur partie supérieure par autant de tendons qu'il y a de rayons, leurs muscles propres se réunissent en fascicules qui correspondent à chacune des vertèbres situées sous l'épiptère.

La vessie natatoire n'a pas de conduit pneumato-

(1) *Verhandl. zool.-botan. Vereins*, Wien, t. V, p. 57.
(2) Artedi, *Synon. pisc.* pl. II, fig. 22.

phore. Elle est vasculaire. M. Em. Moreau en a récemment étudié le corps rouge situé à l'extrémité antérieure de l'organe et signalé par Retzius (1).

Par sa résonnance, elle augmente les sons résultant de la contraction des muscles du tronc, comme M. Dufossé l'a constaté chez l'Hippocampe dans de nouvelles observations encore inédites sur les bruits que les poissons font entendre.

Les nageoires, à l'exception de la dorsale qui est double chez les Solénostomes, sont, en général, petites. Les pectorales longues et larges chez les Pégases, courtes dans les autres groupes, manquent à certains Syngnathes (Nérophinés). Les ventrales, très-développées chez les Solénostomes, et réduites à l'état de simples filaments dans les Pégases, font défaut à tous les Syngnathidés. Les Hippocampinés, les Stigmatophores, l'Atelure, parmi les Syngnathinés, puis les Nérophinés, n'ont point de caudale ; elle est, d'ailleurs, très-réduite chez les autres, si ce n'est dans le genre Leptoichthys.

Le squelette ne diffère en rien d'essentiel de celui des poisssons osseux. Cuvier (2) l'a bien établi en parlant de ceux que l'on nomme les fibro-cartilagineux dont le caractère se tire de ce que la matière calcaire (phosphate de chaux) se dépose moins abondamment dans la trame cartilagineuse où elle forme des fibres. De là, résulte, comme il le dit encore, « que le tissu de l'os ne devient pas aussi dur et ne prend point l'homogénéité caractéristique des os de certains poissons osseux. » J. Müller exprime une opinion semblable (3). On ne

(1) *Syngn. Akad. Handl.*, Stock. 1833, p. 155.

(2) *Hist. nat. Poiss.*, t. I, p. 295-296.

(3) *Ueber die Ganoïden : Arch. Naturgesch.*, 1844, p. 135 et trad. fr. Ann. Sc. nat. Zool., 3e série, t. IV, p. 47.

trouve point, il est vrai, de corpuscules osseux dans leur squelette (1), mais l'absence de ces corpuscules est caractéristique de beaucoup d'autres poissons, et, en particulier, de presque tous les Acanthoptérygiens, qui sont au nombre de ceux dont la charpente osseuse est le plus solidement organisée.

J'ai déjà parlé du développement des pièces disposées en éventail et qui supportent les rayons de la dorsale chez les Syngnathes, et qui, chez les Hippocampes, s'élèvent sans présenter la même divergence. Je mentionne, en outre, comme caractère de ces poissons, le défaut d'appendices costaux.

Relativement au système nerveux central, je dois mentionner le mémoire de Gottsche (2) où, dans la description des différentes parties de l'encéphale, sont donnés, çà et là, quelques détails sur celui du *Syngn. acus* représenté en dessus et en dessous dans les fig. 15 et 16 de la pl. IV. Je rappelle, en outre, que Girgensohn (3) a placé les Syngnathes dans le groupe des poissons qu'il rapproche entre eux en raison d'une concordance dans le peu de développement des organes nerveux centraux et des organes d'assimilation.

Le sens du toucher reste imparfait à cause de l'armure dure de toute la surface extérieure qu'on a quelquefois comparée, mais à tort, à celle des Ganoïdes cuirassés. On ne peut pas considérer comme destinés à faire éprouver des sensations tactiles les filaments cutanés de la tête et du tronc.

(1) *Kölliker, Differ. types microsc. struct. skelet. oss. fish.: Proc. roy. Soc.*, 1859, p. 660 et 662.

(2) *Vergleich. Anat. Gehirns Grätenfische* : J. Müll., *Arch.*, 1853, p. 244-294 et 433-486.

(3) *Anat. und Physiol. Fisch. Nervensyst.*, § 66: *Mém. sav. étrang. Acad.* St-Pétersb., 1846, t. V, p. 567.

L'enveloppe extérieure est une sorte de cotte de mailles formée d'un grand nombre de pièces polygonales qui n'étant pas intimement unies les unes aux autres, comme celles des Ostracions ou Coffres, permettent une certaine mobilité soit de la queue seulement (Pégases), soit des différentes régions du corps (Hippocampes et Syngnathes).

Chez les premiers, dont M. R. Owen a représenté le dermosquelette (1), toutes les pièces dures, à l'exception des mâchoires, font partie de ce squelette cutané. Ce sont, indépendamment des anneaux du tronc et de la queue, le rostre, les plaques dans lesquelles les yeux sont placés, les plaques des opercules et celles qui, sur la ligne médiane, leur est interposée et supporte les arcs branchiaux, la zone transversale qui soutient les pectorales et les parois résistantes de la poche d'incubation des mâles (Syngnathes).

L'étui protecteur forme des anneaux composés, sur le tronc, de segments au nombre de 7, mais de 4 seulement à la queue. M. Peters (2) les a bien indiqués tels qu'ils sont dans les Syngnathes proprement dits.

Ce sont 1° deux latéraux supérieurs qui, se réunissant sur le dos, revêtent les parties latérales supérieures du tronc; — 2° deux latéraux proprement dits : ils longent le milieu des flancs; — 3° deux latéraux inférieurs situés le long du bas de la région latérale et le long du ventre; — 4° un ventral médian.

Il y a, en outre, des anneaux intermédiaires dont les segments, au nombre de 7, comme dans les précédents, alternent avec ceux-ci : savoir, 1° un impair au milieu

(1) *Anat. vertebr.*, 1866, t. I, p. 195, fig. 124.
(2) *Reise nach Mossambique*, p. 104.

du dos ; — 2° et 3° deux sur chaque flanc ; — 4° deux à la région ventrale.

Entre les anneaux à 4 segments de la queue, se trouvent aussi des anneaux formés par des segments secondaires. Les différences que ces derniers présentent dans leur forme, sont quelques fois utiles à signaler dans les descriptions des espèces.

L'enveloppe tégumentaire est, à l'état frais, recouverte par un épiderme qui masque, jusqu'à un certain point, les scutelles polygonales.

Chez quelques espèces, il y a des filaments cutanés supportés par les épines de la tête ou du tronc, et dont le développement est considérable dans les genres *Haliichthys* et *Phyllopteryx*. Chez d'autres, on voit de petites saillies verruqueuses sur plusieurs points du corps, et, en particulier, sous le museau.

Les couleurs ne sont jamais très-vives ; mais sur une teinte verte ou brunâtre, apparaissent, et quelquefois en nombre immense, des points jaunes ou noirs isolés ou dont la réunion constitue, çà et là, surtout à la région céphalique, des lignes ponctuées ; ou bien, il y a soit des marbrures, soit des bandes transversales plus claires que le fond. Les opercules tantôt seuls, tantôt en même temps que d'autres parties du corps, offrent des reflets métalliques argentés ou dorés.

Sur les autres organes des sens, je n'ai point de détails particuliers à mentionner. Je rappelle seulement l'indépendance, chez les Hippocampes, des yeux qui peuvent, de même que ceux des Caméléons, comme je l'ai déjà dit, être simultanément dirigés chacun dans une direction absolument différente de celle qui est imprimée par la contraction musculaire à l'œil du côté opposé.

J'ajoute que la capsule de la sclérotique, au lieu d'être

constituée par du tissu osseux, est cartilagineuse, ainsi que la capsule qui contient l'appareil auditif. C'est une ressemblance, d'une part, entre les Lophobranches, puis les poissons à squelette de structure analogue, les Plectognathes et les Baudroies, et, d'autre part, les véritables cartilagineux ou Chondrichthes.

L'extrême exiguité de l'ouverture de la bouche s'oppose à ce que des aliments un peu volumineux y pénètrent

Les Lophobranches se nourrissent des animaux invertébrés très-petits que la mer contient en abondance, et probablement, ils avalent beaucoup d'œufs de poissons et de détritus de matière animale.

Le bord maxillaire supérieur est uniquement constitué, comme chez un très-grand nombre de poissons, par les intermaxillaires placés au devant des maxillaires supérieurs qui dépassent les premiers en arrière et en dehors. Les petits maxillaires inférieurs privés de dents comme les supérieurs, forment un arc dont la courbure est la même, et s'articulent de chaque côté, avec le jugal (quadrato-palatin). Très-prolongé chez tous les Lophobranches autres que les Pégases, cet os entre dans la composition du museau tubulaire constitué également par l'ethmoïde, le vomer et le nasal, ainsi que par les sous-opercules et interopercules soudés entre eux.

La préhension des aliments que semble rendre difficile la petitesse de l'orifice buccal est facilitée par un mécanisme particulier que M. Corrigan a étudié (1), et qui explique comment peut s'effectuer l'agrandissement de la bouche. Lorsque, dans un aquarium, on observe un Syngnathe ou un Hippocampe, on voit, en effet, au moment

(1) *The nat. hist. review*, 1860, p. 33-36 et 365, fig. 1, 2 et 3.

où il va saisir une petite proie, les mâchoires s'écarter beaucoup plus que dans les simples mouvements néees-saires pour l'entrée de l'eau qui doit servir à la respiration.

L'abaissement de la mâchoire résulte du jeu de la pièce antérieure de l'appareil hyoidien ; elle porte un prolongement fourchu à sa base, constitué par deux petites tiges osseuses qui, réunies en un angle dirigé en avant, sont logées dans un enfoncement triangulaire sous la base du museau.

De chacune des deux portions de cette pièee osseuse part un ligament; avee celui du eôté opposé, il remplit la gouttière inférieure du museau, et eomme son congénère, se fixe à la mâchoire inférieure. A la face postérieure et inférieure de la pièce triangulaire, viennent s'insérer des fibres musculaires dont la contraction triomphe de la tension des ligaments par lesquels elle est tirée en avant et retenue dans la eavité où elle reste ordinairement cachée, l'abaissent et la tirent en arrière; exerçant, en même temps, une traction sur les ligaments antérieurs, ces museles entraînent ainsi, forcément, la mâchoire inférieure : d'où résulte la plus grande ampliation possible de la bouehe.

Au moment où la eontraction musculaire cesse, l'élastieité des ligaments ramène aussitôt en haut et en avant la pièce osseuse, et l'orifice buceal se rétrécit.

On en détermine l'agrandissement sur l'animal vivant, et même après la mort, comme je m'en suis assuré, si l'alcool n'a pas trop durci les tissus, en suppléant à l'action des muscles par l'abaissement, à l'aide d'une pointe, de la pièce osseuse qui, souvent, reste saillante sur les sujets conservés dans les collections.

Cette explication de l'agrandissement de la bouche,

dont Retzius a dit quelques mots (1), est acceptée par M. W. Andrews (2), et elle est, en effet, parfaitement acceptable.

Le canal intestinal est simple et sans appendices pyloriques. Rathke (3) a, le premier, constaté l'absence du mésentère ; mais chez les Hippocampes dits *brevirostris* et *guttulatus*, il y en a un entre les portions répliées de l'intestin ; il a peu d'étendue (4).

Le mésentère existe chez l'embryon, mais se résorbe peu à peu, dit Rathke, et il s'explique ainsi comment, par une résorption partielle, cette membrane, chez les Pleuronectes, a des ouvertures nombreuses et de formes diverses. Le même anatomiste a appelé l'attention sur l'absence de prolongements péritoneaux pour les organes de la génération.

Le cœur et l'origine des vaisseaux qui partent du bulbe artériel sont figurés par Tiedemann (5).

L'organe, dit-il (p. 111), enveloppé dans son péricarde est séparé de la cavité des branchies par une cloison membraneuse. L'oreillette est vaste et peu musculeuse ; le ventricule est plus petit, mais les muscles de ses parois sont plus développés. Il en sort le bulbe (à deux valvules seulement comme chez les autres poissons osseux) et l'artère dont il est l'origine pénétrant entre les masses branchiales, envoie, de chaque côté, quatre rameaux qui se divisent dans les lamelles des lobules.

(1) *Anat... Syngn.*: *Vet. Akad. Handl.*, Stock., 1833, p. 152.

(2) *Nat. Hist. review*, 1860, p. 399.

(3) *Ueber Mangel Gekröses bei Syngnath. ophidion* : Meck. *Archiv.*, 1830, p. 439.

(4) *Observ. inéd.* du Dr Em. Moreau.

(5) *Sonderbare Kiemenbildung Nädelfisch.*: Meck. *Arch.*, 1816, T. II, pl. II, fig. 8.

La première indication relative à la structure des branchies est due à Pallas. (1) Il mentionne 4 paires d'arcs peu recourbés qui servent, dit-il, de supports à de courtes branchies disposées en deux rangs sur chaque arc, et se présentant sous l'aspect d'épaisses villosités ou de papilles. Telle est, à peu près, en effet, l'aspect offert par la petite masse branchiale, quand on la met à découvert par l'ablation de l'opercule.

En 1816, Tiedemann (2) a donné quelques détails plus étendus sur ces organes d'apparence singulière (il les a figurés en position) et sur la présence des lames membraneuses dont ils se composent ; mais il n'en a pas étudié la structure. Déjà, au reste, Cuvier et Duvernoy avaient fourni une bonne description (3) complétée et rectifiée en quelques points par Duvernoy dans la deuxième édition, T. VII, p. 189-191. Ils ont démontré que la structure des branchies n'est pas essentiellement différente de celle des poissons ordinaires. Rathke l'a bien établi aussi en 1832 (4) et en 1835 (5). Voyez aussi, sur ce point, Retzius (6).

Les tiges qui servent de supports aux lamelles membraneuses et vasculaires sont très-courtes, et constituant, sur chacun des arcs, un double rang : elles y sont alternes. La brièveté et la largeur des panaches sont dues à

(1) *Spicil.* VIII, p. 33.

(2) *Sonderb. Kiemenbild.....* Meck. *Arch.*, T. II, p. 110, pl. II, fig. 7 et 8.

(3) *Leç. Anat. comp.*, 1re édit., 1805, T. IV, p. 332.

(4) *Anat. Untersuch. Kiemenapparat Wirbelth.*, p. 50 et 51, pl IV, fig. 2, A et B.

(5) *Beitr. Faun. Krym* : *Mém. Sav. étrang. Acad.* St-Pétersb., T. III, p. 312.

(6) *Syngn.*: *Akad. Handl.* Stock., 1833, pl. V, fig. 4-7.

la disposition des lames membraneuses dont les plis très-larges augmentent de la base à la pointe des supports, et, d'après les termes mêmes du résumé de M. Milne Edwards (1), « comme ces plis contournent les bords de la tige pour se rejoindre presque de chaque côté, il en résulte que la lame a la forme d'une massue ou d'un cône renversé. »

Il serait donc inexact de décrire les branchies comme constituant des faisceaux ou des houppes semblables aux branchies externes des Batraciens ou de certains poissons, tels que les Protoptères ou les Polyptères.

Elles ont, en réalité, comme Rathke (1) le fait observer, la même organisation que chez les autres poissons, seulement elles sont plus épaisses en proportion de leur longueur, et, par suite, il y a moins de lamelles.

L'appareil operculaire, quoique simple dans sa composition, offre une grande étendue, et il est complété par la membrane branchiostège qui, soutenue par 2 ou 3 rayons seulement de chaque côté, se réunit à la ceinture scapulaire et ne laisse libre qu'une très-petite ouverture pour le passage de l'eau.

Situé latéralement, au devant de l'insertion de la pectorale chez les Pégases, dont l'opercule large et plat occupe la région inférieure, cet orifice se voit en-dessus chez les autres Lophobranches, près de l'occiput.

Le préopercule manque, mais l'opercule long et large, plus ou moins bombé, constitue, avec la membrane, la paroi externe de la chambre branchiale; le sousopercule et l'interopercule soudés entre eux contribuent, par leur

(1) *Leç. physiol. et anat. comp.*, T. II, p. 255, note 2.

(2) *Faun der Krym* : *Mém. sav. étrang. Acad.* St. Pétersb., 1855, t. III, p. 112.

prolongation antérieure, à la formation du tube rostral.

Dans ses *Leçons sur l'anatomie et la physiologie comparées de la respiration*, M. Paul Bert, au milieu de beaucoup d'observations sur le nombre des mouvements respiratoires des poissons faites par lui ou par M. A. Lafont, en a cité qui sont relatives à deux Lophobranches (p. 395). En octobre, par une température de 13°, à l'état de repos, un Syngnathe et un Hippocampe exécutaient 34 et 33 mouvements respiratoires par minute, mais seulement 21 et 20 en janvier par 8°. L'abaissement de la température, comme il l'a remarqué pour d'autres espèces, exerce donc une influence manifeste.

Quoique, généralement, dans un même groupe, la respiration soit d'autant plus fréquente que la taille est plus petite, ce n'est pas un fait constant. Les Lophobranches offrent un exemple remarquable de cette déviation à la règle habituelle, car dans les mêmes conditions de température, des poissons plus grands, une Plie, un Rouget, une Raie donnaient 61, 60 et 50.

Quand l'eau sort des cavités branchiales, elle est lancée à une certaine distance, comme Lyonnet l'a montré sur les dessins élégants qu'il a joints à sa note sur le *cheval marin* (1). C'est sans doute à cette projection et au jeu des pectorales agitées avec une excessive rapidité, que doivent être attribués les mouvements circulaires des fines particules du sable et des corps légers en suspension, analogues à ceux qui sont produits par les Rotifères et observés par Lichtenstein (2).

(1) *Rech. sur l'anat. et les métamorphoses de différ. insectes* publiées en 1832 seulement, p. 365, pl. 38.

(2) *Virbelbeuwegung der Kiemen Syngn. Hippoc.*: Wiegm. *Archiv.*, 1836, T. I, p. 128.

Une des questions les plus intéressantes de l'histoire des Lophobranches est celle de la protection des œufs depuis le moment de la ponte jusqu'à l'éclosion par l'un des parents qui les conserve dans une poche sous-caudale ou sous-ventrale comparée par Pallas à la poche des Marsupiaux (1), ou les porte simplement fixés à la région abdominale sans que nulle enveloppe les recouvre. Beaucoup de naturalistes se sont occupés d'un si singulier mode de transport des œufs que l'on pourrait nommer incubation en modifiant un peu le sens habituel de ce mot. Ekström (2) a donné un historique des opinions émises sur la génération de ces poissons à partir d'Aristote jusqu'à l'époque où lui-même a écrit.

Je ne puis reproduire ici son intéressant résumé, mais il en résulte la preuve de l'ignorance où l'on était du sexe du poisson incubateur, avant que lui-même eût étudié la question.

C'est Ekström, en effet, qui, le premier, a reconnu que les œufs sont portés par les mâles, et, en outre, que chez les espèces munies d'une poche sous-caudale, les jeunes viennent s'y réfugier (3). Des doutes cependant restaient encore dans quelques esprits, et en raison de ces incertitudes dont il a donné un récit, M. de Siebold s'est livré à des recherches spéciales sur le même sujet (4). Elles eurent, en ce qui concerne les Syngnathes et les Hippocampes, un résultat confirmatif de celles d'Ekström, de Retzius, de Rapp et de Yarrell qui a cité

(1) *Spicileg.* VIII, p. 32.

(2) *Die Fische Scheeren von Morkö*, trad. allem. Creplin. 1835, p. 127-131.

(3) *l. c.* p. 132, note.

(4) *Ueber die Geschlechtswerkzeuge Syngn. und Hippoc.:* Erichson's *Arch.* 1842, t. XV, p. 292-299.

Walcott, 1785 *Mss* (1), sur le sexe des sujets porteurs des œufs.

Pour connaître toutes les divergences d'opinions des zoologistes qui ont travaillé après Ekström, il faut recourir au mémoire de Siebold que je viens de citer et où se trouve complétée la revue donnée par le naturaliste suédois. Chez les individus à poche, il a constaté la présence de la liqueur spermatique où le microscope lui a montré des vésicules transparentes contenant des granules, fort différentes, par leur forme, des spermatozoïdes des poissons cartilagineux les plus élevés, tels que les Raies et les Squales et plus analogues à ceux des poissons osseux chez lesquels ils sont globuliformes; mais comme ces vésicules ne présentaient pas la moindre trace de l'appendice très-fin caractéristique des spermatozoïdes de ces derniers, et comme leur volume était proportionnellement considérable, M. de Siebold a été amené à penser qu'il avait sous les yeux les globules protogéniques dont le contenu, au moment de la fécondation, fournit les spermatozoïdes. Lallemand a représenté un de ces globules provenant de la Raie (2).

L'égalité de volume de ces corps que ne présentent jamais les œufs avait déjà frappé Rathke dans l'examen des organes génitaux d'un Syngnathe qu'il croyait être une femelle.

Enfin, la nature du contenu des organes génitaux d'individus sans poche n'a pu laisser aucun doute à M. de Siebold sur le sexe des animaux. Ces organes, où il n'y avait point de liquide spermatique, renfermaient des œufs reconnaissables à leur couleur jaune rougeâtre, à leur volume et à leur inégalité de diamètre.

(1) *Brit. fish.*, 3e ed., t. II, p. 402.

(2) *Ann. Sc. nat.*, 2e série, zool., t. XV, pl. 10, *fig.* 9.

Les Solénostomes, qui diffèrent de tous les Lophobranches à poche incubatrice, en ce que leur sac est formé uniquement par les ventrales très-développées, offrent une exception à la règle générale.

M. Günther dit que tous les sujets de Zanzibar examinés par lui et par M. Playfair avaient une poche et qu'elle n'est pas l'apanage exclusif de l'un des sexes, car ils n'ont vu que des femelles dont les oviductes, en même temps que la poche, contenaient des œufs (1).

Rathke a conclu de même pour le *Nerophis æquoreus* : un sujet à paroi ventrale couverte d'œufs, avait été considéré par lui, mais à tort, comme une femelle (2).

Pour compléter les indications qui précèdent, je signale les détails sur les organes génitaux des deux sexes et sur la poche des mâles dûs à Retzius (3).

M. W. Andrews a été témoin du passage des œufs, au moment de la ponte du *Syngn. typhle*, dans la poche sous caudale du mâle (4).

Dans une eau peu profonde ou à la marée basse, on voit quelquefois, dit-il, les Syngnathes par paires, côte à côte, dans une apparente immobilité, sur une pierre ou sur un rocher. A ce moment, les œufs non encore arrivés à maturité sont abandonnés par la femelle ; le mâle les reçoit dans la poche dont il a le pouvoir d'écarter les parois et les fixe à l'intérieur de la cavité à l'aide d'une sécrétion albumino-glutineuse. A mesure que le développement se fait, les capsules où les œufs sont reçus s'agrandissent et forment des dépressions hémisphéri-

(1) *Solenost. cyanopterus* in : *Fishes of Zanzibar*. 1866, p. 137.

(2) Müll. *Arch.*, 1840, p. 145 et 146.

(3) *Anat. Syngn.* : *Akad. Stock.*, 1833, p. 147-151, pl. V., fig. 1-3.

(4) *Nat. hist. review*. 1860, p. 398.

ques. Quand il est achevé, le sac est fortement ouvert pour laisser passer les jeunes animaux.

Chez les Nérophis, les œufs sont fixés sous le ventre à l'aide d'une sécrétion de même nature que celle de la poche des autres espèces. Pendant un temps de calme, et au moment favorable de la marée, on les voit réunis par paires l'un contre l'autre et attachés aux zostères par l'enroulement de la queue. A cet instant, la ponte a lieu, et elle est immédiatement suivie de l'agglutination des œufs. Leur adhérence et leur arrangement sont facilités par la forme de l'abdomen qui est déprimé et aplati tandis que dans l'autre sexe il présente une carène.

La vascularisation de la poche, comme Cavolini l'a d'abord fait observer, est très-abondante et contribue à la nutrition des fœtus qui complétement enfermés, surtout chez les Hippocampes, ne reçoivent point le contact de l'eau. Les parois des cellules dans lesquelles ils sont contenus diminuent peu à peu d'épaisseur jusqu'au moment où ils s'échappent au dehors. Cette diminution et même la disparition partielle assez prompte des membranes intercellulaires sont-elles simplement le résultat de la pression exercée par suite de l'augmentation du volume des embryons, selon la remarque de M. Günther (1), ou bien, comme Duvernoy l'a supposé (2) et comme l'a dit de nouveau le Reverend Lockwood (3), servent-elles à la nourriture des jeunes ?

On trouve des traces des alvéoles soit dans la poche d'incubation, soit à la surface ventrale pendant un temps assez long après l'éclosion, puis elles finissent par dis-

(1) *Record zool. litterat.* pour 1867, p. 178.
(2) Article *Ovologie*, *Dict.* d'Orbigny, t. IX, p. 284.
(3) *Americ. naturalist*, 1867, t. I, p. 225.

paraître. Les parois du sac se rapprochent alors jusqu'à la ponte suivante et la région abdominale reprend son aspect habituel.

Quant au développement des germes, il a été étudié sur le *Syngn.* (*Nerophis*) *ophidion*, d'abord par Cavolini (1). Il a été ensuite l'objet d'un examen très-approfondi de la part de M. de Quatrefages (2). En 1843, M. G. O. Costa en a repris l'étude sur la même espèce (3). Ces travaux dont je ne puis pas donner ici une analyse, faute d'espace, fournissent de nombreux détails sur l'embryogénie des Syngnathes.

B. Fr. Fries ayant eu l'occasion de voir, dans un aquarium, l'éclosion des œufs que portait sous le ventre un Nérophis lombriciforme, a constaté que les jeunes se présentent sous un autre aspect que les parents.

Ils ont, en effet, les pectorales qui manquent à ceux-ci, et elles sont animées des mouvements vibratoires les plus rapides ; la queue, comme chez les têtards des Batraciens, ou chez les Anguilles, est entourée, dans toute sa longueur, en-dessus et en-dessous, d'une membrane ou nageoire ; une membrane semblable règne entre la dorsale et le milieu de l'espace qui la sépare de la nuque. De plus, les opercules, très-développés, au lieu d'adhérer à l'anneau scapulaire par une membrane branchiostège, ne laissant qu'une petite ouverture en haut, de chaque côté, pour la sortie de l'eau, sont parfaitement libres. Cet état devait nécessairement se modifier, puisque chez le Nérophis plus développé, les

(1) *Mem. sulla generaz. pesci*, 1789, trad. allem. par Zimmermann, 1792, p. 176—192, pl. III.

(2) *Mém. sur les embr. des Syngn.* (*Syngn. ophidion*) : *Ann. sc. nat.* Zool. 2e série, 1842, T. XVIII, p. 193-212, pl. 6 bis et 7.

(3) *Rendiconti dell'Acad. sc.* Naples, T. II, p. 197-204.

opercules sont fixés, et il n'a ni pectorales ni caudale ; mais la mort des jeunes animaux survenue le 7e jour après l'éclosion n'a pas permis d'observer les phases successives de la croissance et la disparition de si curieuses particularités transitoires de l'organisation. Pendant les premiers temps de la vie, la tête est plus volumineuse que chez l'adulte. Tous les détails que je viens de rappeler sont très-nettement représentés par von Wright sur la pl. IV du recueil de Mémoires de Fries intitulé : *Ichthyolog. Bidrag*, I Afdelning, 1838 et accompagnant sa note : *Metamorph. anmärkt hos Lilla Hafsnäl.* (*S. lumbricif.*), 59-65, et Wiegm. *Arch.*, 1838.

M. de Quatrefages, dans son *Mém. sur les embr. des Syngn.* déjà mentionné, a parlé des organes transitoires du *Nerophis ophidion* (p. 196). Il les a montrés pl. 6 *bis* fig. 4 et pl. 7 fig. 23. Sans connaître les observations de Fries, il se demande si ces organes dans lesquels il n'a aperçu aucune trace de circulation et qui, par conséquent, n'ont aucune relation avec les phénomènes respiratoires, « n'existeraient que temporairement chez le fœtus pour disparaître plus tard. »

*Classification.* — Pour Cuvier, dès 1817 (1), les Lophobranches constituaient un ordre parmi les poissons osseux. Depuis cette époque, leur position dans la classe a varié. Ainsi, en 1833, et dans sa dernière classification (1857), M. Agassiz les a considérés comme appartenant à son ordre des Ganoïdes, qu'il a élevé plus tard au rang de classe. En 1868, il a, de nouveau, appelé l'attention sur le même sujet (2).

Il s'appuie sur ce fait que les Loricaires ou Gonio-

(1) Règn. anim. 1re édit., t. II, p. 155.

(2) *A journey in Brazil*, p. 239, note.

dontes sont, suivant lui, des Ganoïdes. Or, les Pégases, dit-il, qui offrent des affinités avec les Loricaires ont été rangés par tous les zoologistes, si ce n'est par C. Duméril, au nombre des Lophobranches où se rencontre un mode de protection des œufs et même des jeunes comparable, jusqu'à un certain point, à ce qu'il a observé chez les Loricaires ; donc les Lophobranches, en raison de ces analogies, doivent, suivant cette manière de voir, prendre place, comme ceux-ci, parmi les Ganoïdes.

Quand on étudie les véritables caractères de ceux-ci, en s'appuyant sur les observations de J. Müller (1), ils montrent qu'on ne peut leur adjoindre ni les Siluroïdes, ni les Lophobranches. Cette impossibilité se trouve confirmée par les détails dans lesquels je viens d'entrer en passant en revue les principaux traits de l'organisation de ces derniers.

La structure de l'enveloppe cutanée, seule particularité qui semblerait pouvoir permettre de les rapprocher des Ganoïdes cuirassés, dont ils diffèrent cependant beaucoup sous ce rapport, a été prise en considération par mon père.

Il a nommé, en effet, *Ostéodermes* (2), les Plectognathes et les Syngnathes constituant sa 7e famille de poissons, et qui, en 1816, sont devenus les *Crustodermes* de Blainville (3).

Cette famille élevée au rang d'ordre par MM. Gervais et Van Beneden (4) comprend, dans leur distribution, quatre sous-ordres : Gymnodontes, Balistes, Coffres et Lophobranches.

(1) Voy. le t. II de mon Hist. nat. des Poiss. p. 4-12.
(2) *Zool. analyt.* 1806, p. 108 et 109.
(3) *Prodr. nouv. classif. règne anim.* Bull. sc. p. 112.
(4) *Zool. méd.* 1859, tom. I, p. 279-283.

1810. Rafinesque (1) a établi un ordre (*Signatidi*) où il a fait entrer les genres *Typhle*, *Siphostoma*, *Hippocampus*, dont il a donné la diagnose (2), et les genres *Syngnathus* et *Nerophis*. (3)

1815. Modifiant sa première classification (4), il a composé, dans son ordre III *Gastropia* (Abdominaux) et dans sa 20e famille (*Siphostomia*), une 2e sous-famille : *Aulostomia* comprenant les genres *Aulostomus*, Lacép., *Fistularia*, Linn., *Solenostoma*, Raf. (Lacép.), *Macrorhynchus*, Lacép. et *Centriscus*, Linn.

Dans son ordre IV *Apodia*, son 1er sous-ordre *Osteodermia* ainsi caractérisé : « Peau cuirassée, couverte d'écailles osseuses ou de grains durs », renferme une famille, la 21e *Aphyostoma* « à corps allongé, anguleux ou cylindrique, à bouche au bout d'un museau tubuleux » où il fait figurer les genres suivants : 1° *Syngnathus*, Raf. ; 2° *Typhlinus* Raf. ; 3° *Siphostoma*, Raf. ; 4° *Hippocampus*, Raf. ; 5° *Phyllophorus*, Raf. ; 6° *Homolenus*, Raf. ; 7° *Nerophis*, Raf.

Comme mon père, il a séparé le genre *Pegasus* des précédents ; il l'a placé dans son ordre VI (*Eltropomia*) et dans la 5e sous-famille *Sturionia* de la famille des *Pomanchi*.

1817. Cuvier, je l'ai déjà dit, a, le premier, tiré le caractère essentiel des poissons qui nous occupent, de la structure des branchies, et leur a donné le nom de *Lophobranches*. Il y rapporte les genres *Syngnathus*, *Hippocampus*, *Solenostomus* et *Pegasus* (5).

(1) *Indice d'ittiol. sicil.*, p. 36.
(2) *Caratteri alcuni nuov. gener.*, 1810, p. 18.
(3) *Caratt.* append., p. 57, gen. X et XI
(4) *Anal. de la nat.* p. 90.
(5) *R. anim.* 1re édit. tom. II, p. 155.

Conservant le même arrangement en 1829 dans la 2e édition (T. II, p. 361-364), il s'est borné à énumérer un plus grand nombre d'espèces.

1825. Latreille (1) a partagé l'ordre des Lophobranches en deux familles : 1° *Hypostomidés* (genre Pégase), 2° *Prostomidés* : *a* ventrales très-grandes, genre *Solénostome*; *b* pas de ventrales, genres *Hippocampe* et *Syngnathe*.

1839. Swainson a réuni dans la famille des Syngnathidés, les genres *Pégase*, *Hippocampe* dont il a rapproché le genre *Phylloptery.x*, Sw., *Solénostome* et *Syngnathe*. Il y a introduit, en outre, pour les espèces dites *æquoreus*, *lumbriciformis* et *ophidion*, le genre *Acus* dont il a emprunté le nom à Rondelet et à Willughby et y a créé le genre *Solegnathus* (sic) (2).

1839. Le prince Ch. Bonaparte a séparé, avec raison, les Lophobranches des autres poissons beaucoup plus complètement qu'on ne l'avait fait encore, lorsque, en 1839 (3), il les considéra comme types d'une sous-classe qu'il a conservée dans tous ses travaux ultérieurs de classification.

1845. J. Müller (4) place les Lophobranches à la fin de la seconde classe des poissons osseux (*Teleostei*) où ils forment le 6e et dernier ordre comprenant une seule famille.

1850. Hollard se rattachant aux vues de M. Agassiz, touchant les analogies des Lophobranches avec les Ga-

(1) *Familles du règne animal*, p. 116.

(2) *Nat. hist. Fish. Amphib., Rept.*, t. II, p. 195 et 331-333.

(3) *Syst. Ichth.*; *Conspectus fam. et sub-fam* : *Mém. sc. nat.* Neufchâtel, T. II.

(4) *Ueber die Ganoid.* : Wiegm. *Arch.*, p. 137, trad. : *Ann. sc. nat. Zool.*, sér. III, T. IV, p. 49.

noïdes, a présenté des considérations sur leur revêtement cutané, et il en a tiré la conclusion qu'ils doivent être rapprochés des Sturionidés (1). J'ai dit plus haut comment les dissemblances d'organisation s'opposent à un tel classement.

1856. Mon père, dans son *Ichthyologie analytique* (2), a maintenu la séparation que, dès 1806 (*Zool. analyt.*), il avait établie entre les Pégases et les autres Lophobranches. Il a placé les premiers dans sa famile des Hypostomates, à côté des Esturgeons (p. 155), auxquels ils ressemblent par la position de la bouche au-dessous et à la base d'un long museau et dont l'analogie extérieure avec ces derniers se tire du revêtement cutané.

On ne peut méconnaître, en effet, ces relations, mais si les caractères essentiels propres aux Ganoïdes, tels qu'on les comprend depuis les travaux de J. Müller, doivent l'emporter sur des caractères d'un ordre secondaire, il semble préférable de ne pas y introduire les Pégases et de les placer, comme représentant un ordre particulier et une famille distincte, à la tête des Lophobranches.

Parmi ceux-ci qui ne comprennent que les Syngnathes et les Hippocampes, l'*Ichthyologie analytique* (p. 166-171) admet plusieurs genres d'après la présence ou l'absence de certaines nageoires.

1859. Pour M. Canestrini, les Aulostomidés ou Fistularidés qui, dans sa manière de voir, constituent un sous-ordre parmi les Téléostiens ou poissons osseux, comprennent deux familles : 1. *Lophobranchii*, 2. *Aulostomii* (3). Si, comme il le fait observer avec raison, ces

(1) *C. rend. Ac. sc.*, T. XXXI, p. 564-566:

(2) *Mém. Ac. sc.*, T. XXVII.

(3) *Ueber die Stellung Aulost. in Syst.: Verhandl. zool.-botan. Gesellsch.* Wien, T. IX, p. 75-77.

poissons se ressemblent pour la plupart en raison du prolongement de la face formant un rostre tubuliforme à l'extrémité duquel se trouvent les mâchoires, et par quelques autres caractères secondaires, il y a, entre les deux groupes, indépendamment de la disposition des branchies, de notables différences, surtout quand on rattache les Pégases à la sous-classe des Lophobranches.

1856. M. Kaup a publié le premier ouvrage systématique et descriptif qui ait été donné sur les poissons dont il s'agit (1). Ayant visité la plupart des principaux musées d'Europe, il a pu comparer entre elles un grand nombre d'espèces. De cette révision générale est résultée pour lui la preuve de différences génériques manifestes.

Les Lophobranches forment la quatrième sous-classe des Poissons, dont les trois premières sont celles : 1° des Elasmobranches (Plagiostomes et Holocéphales ou Chimères); 2° des Ganoïdes (Acipensérídés, Polyodontidés, Lépidosteidés, Polyptéridés, Amiadés) ; 3° des Dipnés (Lépidosiren et Protoptère).

En m'appuyant sur les travaux antérieurs, particulièrement ceux de M. Kaup, et sur mes propres observations, j'admets pour cette quatrième sous-classe la classification suivante. Elle sera exposée avec tous les détails nécessaires dans le tome II de mon *Histoire naturelle des poissons*. Je n'en présente ici que les divisions principales.

## Ordre I. HYPOSTOMIDÉS, Latreille.

Bouche protractile, située sous la base du museau qui se prolonge en un rostre de forme et de longueur variables.

(1) *Catal. Lophobr. fish. brit. Mus.*

### Famille unique *PÉGASIDÉS*.

Corps court, déprimé, plus large que la queue et dont les trois anneaux sont séparés entre eux par des arêtes saillantes, souvent surmontées, sur leurs points de jonction avec les crêtes longitudinales, de tubercules ou d'épines; pectorales très-larges, à rayons simples; ventrales réduites à un seul prolongement formé par un rayon à articulations très-nombreuses, qui porte un petit repli membraneux; dorsale unique, à rayons articulés, ainsi que l'anale qui lui est opposée et que la caudale. Cavités branchiales s'ouvrant chacune vers l'extrémité des opercules qui sont larges et plats, près de la racine des pectorales, par un orifice étroit.

Il y a deux genres :

Queue { presque égale en longueur au tronc... 1 *Pegasus*.
{ beaucoup plus longue que le tronc... 2 *Parapegasus*.

### Ordre II. PROSTOMIDÉS, Latreille.

Bouche petite, fendue presque verticalement, située à l'extrémité d'un museau en forme de tube plus ou moins long. — L'ordre comprend deux familles :

Ventrales { très-développées ; dorsale double Solénostomidés.
{ nulles ; dorsale unique..... Syngnathidés.

### Première famille *SOLÉNOSTOMIDÉS*.

Corps comprimé, peu allongé, à stries transversales et longitudinales ; région ventrale beaucoup moins haute 1° que la portion antérieure qui supporte, en dessus, la 1re dorsale, en dessous, la base des ventrales, 2° que la région où s'insèrent la 2e dorsale et l'anale qui sont opposées l'une à l'autre ; 1re dorsale, caudale et ven-

trales longues; ces dernières tantôt libres, tantôt adhérentes au tronc par leur bord interne et formant ainsi, pour les œufs, une poche dont l'ouverture inférieure est limitée, de chaque côté, par le bord externe de ces nageoires plus ou moins rapprochées l'une de l'autre, selon que la poche est pleine ou vide.

Genre unique: SOLENOSTOMUS renfermant 4 espèces

## Deuxième famille *SYNGNATHIDÈS.*

Corps plus ou moins allongé; tronc heptagonal ou quelquefois hexagonal; queue quadrangulaire; pas de ventrales; dorsale unique; anale très-courte à 3 ou 4 rayons et paraissant même quelquefois manquer; presque toujours, une caudale et des pectorales qui ont peu de longueur; œufs le plus habituellement reçus, au moment de la ponte et conservés jusqu'à l'éclosion, dans une poche sous-caudale ou située sous le tronc, ou bien simplement disposés, sur la région abdominale, en rangées régulières.

Division de la famille des Syngnathidès en 4 sous-familles.

Pectorales ne manquant jamais; queue
- sans C.; préhensile ..... 1 *Hippocampini.*
- à C.; non préhensile; poche pour les œufs sous
  - la queue. 2 *Syngnathini.*
  - le tronc.. 3 *Doryrhamphini.*

Pectorales nulles; C. manquant le plus souvent; pas de poche pour les œufs ..... 4 *Nerophini.*

Si, en raison de la difficulté qu'on peut éprouver à distinguer les 2e et 3e sous-familles, puisque le caractère fourni par le mode de protection des œufs manque chez les femelles, on n'accepte pas la division qui précède, il faut considérer ces deux familles comme n'en formant qu'une seule.

## Première sous-famille : Hippocampinés.

Queue sans caudale, généralement préhensile ; des pectorales ; dorsale et anale ; occiput plus ou moins élevé ; chez les mâles, presque toujours, une poche sous-caudale destinée à contenir les œufs qui, dans le genre *Gastrotokeus* sont fixés sous le ventre, comme chez les Nérophinés, mais on ne sait rien de ce qui concerne le mode de reproduction chez les Solénognathes, Haliichthys et Phyllopteryx.

**Division de la sous-famille des Hippocampinés en 6 genres.**

- Au niveau de l'insertion de la dorsale
  - une élévation du tronc
    - beaucoup plus haut que la queue ; longs prolong. cutanés en forme de feuilles
      - nuls ; tête inclinée en avant..... 1 *Hippocampus.*
      - nombreux, sur de grandes épines osseuses..... 6 *Phyllopteryx.*
    - à peine plus haut ; nombreux et longs prolongements cutanés..... 5 *Haliichthys.*
  - pas d'élévation ; dorsale située.....
    - sur une surface plane ; pas de protubér. sur les anneaux... 2 *Acentronura.*
    - dans un enfoncement ; tronc plus
      - haut que large..... 4 *Solenognathus.*
      - large que haut..... 3 *Gastrotokeus.*

## Deuxième sous-famille : Syngnathinés.

Queue presque toujours à nageoire caudale et non préhensile ; des pectorales, une dorsale et une anale ; dans tous les genres dont le mode de reproduction est connu, une poche sous-caudale chez les mâles destinée à recevoir les œufs, s'ouvrant, pour leur sortie, dans toute sa longueur.

Si à cause de l'embaras signalé plus haut, quand le mâle d'une espèce manque, on rejette la séparation entre les Syngnathinés et les Doryrhamphinés, il faut modifier ainsi la diagnose :

Une poche sous-caudale ou sous-ventrale pour recevoir les œufs.

### Division de la sous-famille des Syngnathinés en 10 genres.

- Nageoire caudale
  - constante ; dos de la femelle
    - semblable à celui du mâle ; museau
      - bien distinct de la tête ; sous la base de la D.
        - une petite proéminence formée par
          - 3 anneaux : 2 du tronc, 1 de la queue. — 1 *Halicampus*.
          - 5 ou 6 : 3 du tronc, 2 ou 3 de la queue. — 2 *Trachyrhamphus*.
        - pas de proéminence ; bords supérieur du tronc
          - continus avec ceux de la queue dont la face supérieure, ainsi que le dos, est concave ; caudale
            - très-courte. — 3 *Ichthyocampus*.
            - longue... — 4 *Cœlonotus*.
          - non continus — 5 *Syngnathus*.
      - continu avec le plan supérieur de la tête, haut et comprimé ; pièces intermédiaires du dos et de la queue
        - constantes — 6 *Siphonostomus*.
        - nulles ; caudale très-longue — 7 *Leptoichthys*.
    - différent de celui du mâle : comprimé et très-arqué — 8 *Leptonotus*.
  - nulle ; dorsale et museau
    - très-longs — 9 *Stigmatophora*.
    - courts — 10 *Atelurus*.

### Troisième sous-famille : Doryrhamphinés.

Queue à nageoire caudale et non préhensile ; des pectorales, une dorsale et une anale ; souvent les carènes des écussons dentelées et terminées par une épine dirigée en arrière ; dans tous les genres dont le mode de reproduction est connu, une poche abdominale chez les mâles entre l'anneau pectoral et le cloaque, tantôt simplement formée par l'écartement à droite et à gauche de la portion ventrale du segment latéral inférieur de chaque anneau du tronc, tantôt complétée par un repli membraneux qui, partant du bord libre des segments, vient se réunir à celui du côté opposé, et s'en sépare à l'époque de la ponte pour la sortie des jeunes.

Malgré la difficulté qu'on semblerait devoir éprouver parfois, en l'absence des mâles, pour préciser la famille à laquelle appartient telle ou telle espèce, je dois faire observer que la poche sous-ventrale a été vue chez tous les genres qui, jusqu'à présent, rentrent dans la troisième sous-famille. J'ajoute qu'on ne peut pas hésiter, en raison de la netteté des caractères génériques, à rapporter à l'une ou à l'autre de ses divisions les espèces dont on ne connaît qu'un seul sujet, alors même, qu'il n'a pas de poche d'incubation.

Division de la sous-famille des Doryrhamphinés en 5 genres.

Poche abdominale à replis membraneux

- bien développés et la complétant; museau
  - sans épines; corps
    - très-épineux..... 1 *Doryrhamphus.*
    - non arqué 2 *Belonichthys.*
    - arqué.... 3 *Choëroichthys.*
- nuls; carènes des anneaux....
  - dentelées, à épines; fentes occipitales.... 4 *Microphis.*
  - lisses; corps comprimé; pas de fentes occipit.; dorsale double de la tête.. ..... 4 *Hemithylacus.*

### Quatrième sous-famille : Nérophinés.

Corps à carènes peu saillantes, de sorte qu'il semble presque cylindrique plutôt que de forme heptagonale ou hexagonale ; ou un peu comprimé ; queue sans nageoire caudale et préhensile ou terminée par une courte caudale et portant, en dessus, chez une espèce, une membrane qui se prolonge jusque sur le milieu des faces supérieure et inférieure du tronc ; pas de pectorales ; jamais de poche d'incubation soit à la région abdominale, soit à la face inférieure de la queue ; les œufs simplement fixés sous le ventre.

Comme chez les autres Lophobranches, ce sont les mâles qui portent les œufs (1).

Rathke (2) a cru, mais à tort, que l'un de ces poissons (*Nerophis æquoreus*) dont l'abdomen portait des rangées d'œufs était une femelle.

La forme du corps est différente dans les deux sexes. Il est plus cylindrique chez celui qui charrie les œufs, et l'ouverture anale remarquable par ses nombreuses papilles y est plus rapprochée de la tête, bien que, sur les mâles comme sur les femelles, le nombre des anneaux du tronc soit le même : d'où il résulte que leur numération fournit un bon caractère ; mais à la queue, il est souvent difficile de les compter avec certitude. Fries a soigneusement signalé l'importance relative de différents autres caractères moins essentiels.

Quelque incertitude reste sur la valeur à assigner comme caractère générique à la présence ou à l'absence

(1) Fries : *Ichth. Bidrag* 1838, 1ª Afdel., p. 25, et Wiegmann's *Archiv*, 1838, p. 238, et Yarrell : *Proceedings Zoological Society*, 1834, p, 119.

(2) Müll. *Archiv*. 1840, p. 146.

de la caudale, car chez l'espèce dite *Nerophis æquoreus*, les individus qui ne portent pas les œufs ont cette nageoire qu'on ne trouve point chez les mâles.

Pour les espèces nommées *anguineus* et *martinicensis* où elle se rencontre, je ne puis pas être assuré, en raison du petit nombre d'individus non mutilés conservés dans les collections du Muséum, et tous sans œufs à la région abdominale, qu'ils ne sont pas du même sexe. Néanmoins plusieurs des espèces étant représentées par de nombreuses séries de sujets munis d'une caudale, tous également sans œufs il est vrai, je propose, provisoirement au moins, la répartition générique suivante :

Division de la famille des Nérophinés en 3 genres.

Sur la queue
- pas de membrane
  - pas de caudale.... 1 *Nerophis*.
  - une caudale..... 2 *Entelurus*.
- une membrane qui se prolonge sur le tronc 3 *Hymenolomus*.

# NOTES DE VOYAGE

SUR

# ADEN, POINTE-DE-GALLES, SINGAPORE, TCHÉ-FOU,

Par Mr. Henri JOUAN,

Pendant une campagne de trois années (1), des circonstances de service m'ayant conduit sur plusieurs points de l'extrême Orient, j'ai essayé d'utiliser ces voyages et les escales de la route, au profit de l'Histoire Naturelle ; mais, abstraction faite de mon insuffisance, la courte durée de mon séjour en beaucoup d'endroits, et mes devoirs professionnels, ne m'ont laissé que des loisirs trop courts pour des études un peu approfondies : le plus souvent je n'ai pu que jeter un coup d'œil sur les localités où le hasard m'a fait aborder.

Ces contrées ont été, pour la plupart, visitées par d'éminents voyageurs, et, parmi les résidents Européens, ils s'est trouvé de véritables naturalistes auxquels on doit de précieux renseignements sur les diverses branches de l'Histoire Naturelle. Je ne m'abuse pas sur la témérité qu'il y a à venir après eux. Quelques points encore peu explorés laissent, il est vrai, un vaste champ ouvert aux investigations; mais, après ce que j'ai dit

(1) Des premiers jours de janvier 1865 à la fin de 1867.

tout-à-l'heure, on comprendra que je n'ai pas la prétention de combler ces lacunes; peut-être cependant qu'un coup d'œil général, un exposé rapide de ce que j'ai vu dans mon itinéraire, donneraient plus facilement une idée de la nature de ces différentes contrées aux lecteurs français, car les documents, auxquels j'ai fait allusion, sont presque tous écrits dans des langues étrangères. Il servirait peut-être également à guider dans leurs recherches des explorateurs plus compétents. Ma témérité trouve aussi une excuse dans la bienveillance avec laquelle la Société Impériale des Sciences Naturelles de Cherbourg a accueilli plusieurs notices dont celles-ci ne sont que le complément (1).

## ADEN.

Une presqu'île de peu d'étendue, montueuse, formée de rochers abruptes, qui semblent inaccessibles tant ils sont escarpés, sans verdure, sans eau douce, unie à la terre ferme par un isthme sablonneux, étroit, si peu élevé au dessus de la mer qu'il est quelquefois recouvert par les eaux dans les grandes marées, tel est le lieu où les Anglais ont planté leur drapeau il y a trente ans; mais ce bloc de rochers arides, où il ne reste presque rien à faire aux hommes pour le convertir en une forteresse inexpugnable, avec sa rade d'un accès facile, sûre en

(1) Voir dans les Tomes XII et XIII des Mém. de la Soc. Imp. des Sc. Nat. de Cherbourg: *Hong-Kong*, *Macao*, *Canton*. — *Histoire Naturelle de la Corée*. — *Coup d'œil sur la Flore de la Basse Cochinchine*, *etc.*

Voir aussi dans le n° du 13 juin 1868 de la *Revue des Cours Scientifiques*: « *Coup d'œil sur l'Histoire naturelle de la Basse Cochinchine.*

toute saison, capable, bien que rétrécie par des bas-fonds, de recevoir de nombreux navires, constitue une admirable position pour surveiller la Mer Rouge, l'Océan Indien, les côtes voisines du continent africain, et pour entreposer, au profit des possesseurs, les produits commerciaux de ces régions.

Je n'ai pas à considérer Aden sous ce point de vue, pas plus qu'à décrire les travaux de fortification et les divers établissements que les Anglais y ont élevés. Je renverrai le lecteur pour ces questions, ainsi que pour celles qui touchent à l'histoire d'Aden, aux conséquences politiques de son occupation par les Anglais, à un des derniers ouvrages de M. L. Simonin (1), dans lequel on trouve, sur Aden, une notice où la véracité du narrateur est encore rehaussée par l'élégance du style. M. Foullioy avait déjà publié, dans les *Annales Maritimes*, une note sur l'établissement anglais (2). Dans ce travail que je ne connaissais pas, ou, pour dire plus vrai, que j'avais entièrement perdu de vue, dû à un officier qui est devenu un des plus distingués du corps de la marine, j'ai trouvé des remarques s'accordant, en tous points, avec celles que j'ai été à même de faire.

La presqu'île d'Aden est située au sud de la péninsule arabique par 12°-45′ de lat. Nord et 42°-50′ de long. Est, à 30 lieues du détroit de Bab-el-Mandeb et à 40 lieues de la côte d'Afrique opposée. Sa plus grande longueur est d'un peu plus de deux lieues, dans le sens de l'Est à l'Ouest, sa largeur d'une lieue. Le point culminant, le

(1) *Les pays lointains ; la presqu'île d'Aden et les Anglais dans les mers Arabiques,* par L. Simonin, 1867.

(2) *Aperçu sur l'établissement anglais d'Aden.* Annales maritimes et Coloniales, » 3e série, T. 2, 1847.

« *Djibel Shumshum*, » s'élève à 1775 pieds anglais (541 mètres) (1) au dessus de la mer.

Les roches volcaniques, probablement d'un âge très ancien, qui forment la masse de la presqu'île, attestent son origine plutonienne. Elle offre les caractères d'un cratère dont le contour, sans doute primitivement circulaire, se sera affaissé vers le Nord-Est, de manière à former, de ce côté, une brèche faisant une communication entre la mer et le fond du cratère. « Les deux côtés » de cette brèche s'abaissent vers le rivage où ils se ter- » minent par des caps abruptes. Dans leur intervalle » s'étend une plage sablonneuse, séparée, par un bras de » mer guéable à marée basse, d'un plateau de médiocre » hauteur, à bords escarpés, qu'on nomme l'île *Sirah*. » Cette terre, isolée maintenant, a vraisemblablement ap- » partenu autrefois au contour prolongé du cratère » (2).

Cette partie de l'Arabie a sans doute subi de fréquents changements. La presqu'île était très-probablement une île; l'isthme qui l'unit à la terre ferme est, géologiquement parlant, de formation très-récente, ainsi qu'une partie du territoire sablonneux placé en arrière de l'isthme, puisqu'on voit aujourd'hui, à 7 ou 8 lieues dans l'intérieur, les ruines du port de *Mouza* que fréquentaient les Phéniciens. « Partout, dit M. Simonin (3), » où se rencontre un espace plat, c'est la mer qui a con- » senti à l'abandonner à la terre, et qui a laissé, comme » témoins de son retrait, des bancs de sable où sont res- » tés en place des débris de coraux et de coquilles. Ces » débris se rencontrent en grand nombre dans l'espace

(1) Haines, Foullioy,
(2) Foullioy, « *Aperçu sur l'Et. angl. d'Aden.*
(3) *Les pays lointains*, p. 211

» vide au centre des fortifications, et dans la plaine où » est bâtie Aden. » La terre ferme, en arrière de la presqu'île, montre les mêmes caractères de stérilité : ce n'est guère qu'un désert de sables et de pierres, au dessus duquel s'élèvent des montagnes arides ; mais on ne peut refuser à l'ensemble un cachet de sauvage grandeur. Toute cette partie de l'Arabie semble n'avoir pas encore pris définitivement son assiette : ainsi, M. Simonin rapporte (lot. cit. p. 219) qu'il a vu, en 1861, un steamer à l'ancre à Aden, environné de pierres ponces rougeâtres flottant à la surface de l'eau, qui avaient été vomies pendant la nuit par un volcan sous-marin.

On pénètre dans l'espace vide, qui est circonscrit par les fortifications et les montagnes, en franchissant de véritables « portes de fer », un défilé étroit et tortueux, aux pentes très-roides, encaissé entre des falaises de rochers à pic : c'est là qu'est la ville, occupant une grande étendue du terrain relativement plat qui s'avance jusqu'à la mer, et est élevé au-dessus d'elle de trois à quatre mètres.

Deux tunnels, pratiqués bout à bout dans les montagnes, établissent une deuxième communication dans l'intérieur du cratère.

Tout autour de la ville, excepté vers le N.-E., ainsi qu'il a été dit plus haut, se dressent presque à pic des montagnes de lave, de couleur noire ou rougeâtre, dont la hauteur varie de 300 à 541$^{m}$. De la montagne centrale, l'anneau du cratère, se détachent des contreforts dont les raides escarpements tombent brusquement à la mer, excepté du côté de l'Ouest et du côté du Nord. La montagne centrale paraît être inaccessible sur tout son contour : sa crête est bizarrement dentelée en pitons dont le plus élevé a, ai-je dit, 541$^{m}$ de hauteur.

L'action du soleil, à cette latitude, est déjà très-forte par elle-même, et, ici, la configuration du sol vient encore l'augmenter. Le plus souvent, aucun mouvement ne trouble l'atmosphère des ravins enfermés entre des murailles de noirs rochers qui absorbent, pendant la journée, la chaleur des rayons solaires dont aucun nuage ne tempère l'ardeur. Pendant le mois de décembre, l'époque la moins chaude de l'année, la température du sol a été trouvée de 42° cent. par le Dr Hooker, à quelques pieds au dessous de la surface. De mai en septembre, la chaleur est très-intense : on a alors à redouter des insolations. Cependant le climat n'est pas du tout considéré comme malsain, surtout du mois d'octobre au mois d'avril, époque pendant laquelle la mousson de Nord-Est balaye la ville. Les Européens eux-mêmes s'accoutument vite à la chaleur, et telle est, dit M. Anderson (1), notre facilité à nous faire au milieu ambiant, qu'après un ou deux ans de résidence, on considère le climat comme frais et agréable, depuis le mois d'octobre jusqu'à la fin de mars, et comme supportable pendant le reste de l'année. Ainsi qu'on peut le pressentir après tout ce qui précède, le climat est excessivement sec ; il ne tombe jamais par an plus de 17 à 20 cent. de pluie, du mois d'octobre à la fin d'avril : à cette époque, des orages amènent des averses abondantes, quelquefois torrentielles ; mais par contre la pluie manque quelquefois tout-à-fait, et il arrive de voir s'écouler un an et demi sans qu'il en tombe une goutte.

(1) Thomas Anderson, M. D. F. L. S. ; H. M's Bengal Medical service. « *Florula Adenensis* ; *A systematic account with descriptions, of the flowering plants hitherto found at Aden* ; Journal of the Proceedings of the Linnean Society ; Londres 1861, Vol. V.

Il y a en ville plusieurs puits dont l'eau est plus ou moins saumâtre. La meilleure eau provient des citernes qui se trouvent dans le S. O. de la presqu'île, et sont alimentées par les pluies. Ces citernes existaient déjà en partie du temps des Arabes, et même elles remontent, dit-on, à une très-haute antiquité, à Salomon ou aux Phéniciens, A l'époque de la prise d'Aden par les Anglais, les bassins étaient plus ou moins ruinés ; les nouveaux possesseurs ne se sont pas contentés de les réparer ; ils en ont considérablement augmenté l'importance : aujourd'hui les différents réservoirs peuvent contenir plus de 80 millions de litres d'eau. Ce gigantesque travail a été terminé en 1863. On a profité de la disposition naturelle des rochers à l'entrée d'une gorge étroite, d'un entonnoir, pour faire une série de bassins à ciel ouvert, communiquant les uns avec les autres, et de tous côtés,on a ménagé des rigoles et des petits canaux pour que pas une goutte de pluie ne soit perdue.

La présence de ses réservoirs d'eau procure à cette partie d'Aden une fraîcheur relative. Les Anglais, avec leur persévérance habituelle, ont voulu avoir de la végétation sur ce roc stérile : ils ont apporté de la terre autour des citernes, et aujourd'hui on y voit, déjà arrivés à une taille respectable, des arbres et des arbrisseaux, appartenant, il est vrai, aux genres qui poussent les premiers dans les localités les moins riches en humus : *Hibiscus tiliaceus*, *Thespesia populnea*, *l'arbre des Banyans*, quelques *Acacia*, quelques *Capparis*, etc. A côté, on remarque des végétaux plus humbles, des pommes de terre, des graminées. Quelques résidents s'efforcent aussi, avec succès du reste, de faire venir des arbres autour de leurs maisons. On ne peut se figurer quels soins on prend pour la conserva-

tion de la moindre broussaille, du plus chétif brin d'herbe. (1)

Bien qu'on ait répété à satiété qu'il n'y a pas du tout de végétation à Aden, ce lieu n'est pas, il s'en faut, aussi déshérité que l'ont dit des voyageurs ne faisant que passer. La Flore spontanée d'Aden, toute restreinte quelle soit, a un caractère assez frappant pour que les Arabes (2), aient donné, il y a longtemps, à la presqu'île le nom de la plante la plus remarquable par ses fleurs, dont les botanistes Roemer et Schultz ont latinisé le nom arabe *Aden*, pour faire le genre *Adenium*. En 1809, Salt fit connaître quelques plantes d'Aden. M. Packenham Edgeworth, dans un petit livre intitulé *Excursion botanique d'une demi-heure à Aden*, cite 42 plantes récoltées dans ce court intervalle, à son passage en 1846: parmi ces plantes 11 étaient alors nouvelles pour la science (3). Un peu plus tard, M. J. D. Hooker resta deux jours à Aden et fit une collection probablement complète des végétaux qui y vivent. Le supplément du *Journal of the Proceedings of the Linnean Society*, Vol. V, 1861, contient, sous le titre de *Florula Adenensis* (4), une notice étendue de M. Thomas Anderson, avec la description des plantes phanérogames observées par lui. M. Anderson avait été favorisé par les circonstances atmosphériques,

(1) On connaît les résultats étonnants obtenus par les Anglais à l'île de l'Ascension, située au milieu de l'Océan Atlantique, dans des conditions peut-être aussi mauvaises qu'Aden.

(2) Anderson, loc. cit. *Adenium obesum*, Roem. (*Nerium obesum*, Forsk.). Cet arbrisseau n'est pas, comme on l'avait cru, confiné sur la presqu'île d'Aden ; on le retrouve sur plusieurs caps rocailleux de la Mer Rouge.

(3) Anderson. *Fl. Adenensis*, p. IV. — *Admiralty Manual of scientific enquiry, Botany*. Londres 1851.

(4) Voir la note, ci-devant, p. 484.

lors de son séjour à Aden en juin 1859. Il avait plu abondamment trois semaines avant son arrivée; la plus grande partie des plantes étaient en fleur, et même une légère teinte verte semblait revêtir les ravins les moins stériles. Ce n'est guère, du reste, qu'au pied des montagnes, un peu au dessus de la ligne des marées hautes, dans les places où le sol, composé de sable et des débris de scories entraînés par les pluies torrentielles, est meuble et un peu fertile, qu'on trouve quelques coins envahis par la végétation. Les flancs des montagnes sont entièrement nus, excepté dans les endroits où une anfractuosité, une saillie du rocher, arrêtent « assez de terre pour servir de support à quelques pieds de *Capparis galeata*, ou d'*Adenium obesum* » (Anders. *loc. cit.* p. VI).

Je n'ai pas été aussi favorisé que M. Anderson, mes deux passages à Aden ayant eu lieu en plein hiver ; cependant j'ai pu, dans le très-court espace de temps dont j'ai disposé chaque fois, reconnaître combien le tableau qu'il fait de la Flore de la presqu'île est vrai. Il décrit 94 espèces de Phanérogames reparties entre 41 familles, et 79 genres. La famille qui compte le plus de représentants — 11 espèces en 8 genres — est celle des Légumineuses: nous y remarquons la *Cassia obovata*, J. D. Hooker (*Cassia Senna*, Lam., Ill.) qu'on retrouve non seulement dans l'Arabie Pétrée, l'Arabie Heureuse, l'Abyssinie et l'Egypte, mais encore dans l'Afrique centrale, la Sénégambie, à la Jamaïque et au Texas. Les Capparidacées viennent ensuite, au nombre de 9 espèces en 4 genres, les Euphorbiacées, 7 espèces, les Composées, 5 espèces en 5 genres. Une des plantes, qu'on voit le plus, parce que ses touffes poussent au bord de la mer, c'est une espèce de Réséda, *R. amblyocarpa*, Fresen.). Dans tout cela, nous ne trouvons guère que des

herbes, des sous-arbrisseaux et quelques arbrisseaux, et seulement deux arbres proprement dits, le *Balsamodendron opabalsamum*, Kunth (1), de la famille des Térébinthacées, et le *Moringa aptera*, Gærtn. (2), dont les semences fournissent, dit-on, l'huile de Ben du commerce. Après ces deux arbres, viennent, par rang de taille : *Sterculia arabica*, Th. Anderson, haut de 8 à 10 pieds. — *Zizyphus lotus*, Lam. — *Acacia Edgeworthii*, Th. Anderson. — *Acacia eburnea*, Willd. — *Euphorbia cuneata*, Vahl, haut de 6 à 10 pieds. — *Jatropha spinosa*, Vahl (*Croton spinosum*, Forsk.) qui atteint les mêmes dimensions.

Cette végétation, si elle n'est pas tout-à-fait identique à celle de l'Arabie Pétrée, lui ressemble beaucoup, et présente tous les caractères du désert. « La brillante » couleur verte, dit M. Anderson, un des traits les plus » agréables de la végétation dans les régions tempérées » et les contrées humides des tropiques, est complète-

(1) Syn. *Balsamodendron pubescens*, Stocks ; *Amyris opabalsamum*, Forsk. — *Arbor* mediocris, 15-pedalis, inermis, balsamifera. *Truncus* basi incrassatus. *Rami* divaricati, cortice cinereo, lævi, tenui. *Flores monoïci*, in apice ramorum brevissimorum aggregati, subsessiles vel breviter pedunculati : *Corolla* rubra. Lignum, cortex, fructusque odorem balsamiferum emittentes.

*Distr.* In Arabiâ Felici ! Beloochistan !

*Hab.* Aden, in monte Jibeel Shumshum ad altit. 1500 ped. (*Hook. fil.*).

(Anders *loc. cit.* p. 14.)

(2) *Arbor* arabica, 10-12 pedalis. *Cortex* cinereo-fuscus. *Ramuli* juniores virides. *Raches* sæpissimè foliola gerentes. *Corolla* pallidè flava. Fructus 8 unc. — 1 ped. longus, deflexus. *Semina* oleaginea.

*Distr.* In Arabiâ Petreâ ! Syriâ ! Muscat ! Ægypto superiore !

*Hab.* Aden, spontanea in vallibus saxosis propè locum « *Steamer Point* » dictum. (Anderson, *loc. cit.* p. 14).

» ment inconnue à Aden. Ici, le feuillage est réduit à sa » plus simple expression, et la moiteur superflue qui, » sous un climat moins aride, est exsudée par les feuil- » les, est gardée pour former des tiges charnues, comme » en prévision des sécheresses longtemps prolongées. » A l'exception de quelques Capparidacées et du *Reseda amblyocarpa*, toutes les plantes ont des feuilles glauques et blanchâtres, ou sont complètement couvertes de poils gommeux.

L'aridité, en réduisant la masse du tissu cellulaire, a sans doute aussi favorisé, sinon toujours le développement complet, au moins la tendance au caractère épineux. Sur les 94 espèces décrites par M. Anderson, 16 portent des aiguillons acérés sur quelques unes de leurs parties; sur d'autres plantes, les feuilles se terminent par des piquants recourbés; ailleurs des épines remplacent les stipules; quelquefois les rameaux courts et rigides sont terminés par des aiguillons. Plusieurs espèces laissent suinter des gommes et des résines qui souvent encroûtent les tiges et les rameaux, et un grand nombre exhalent des odeurs aromatiques plus ou moins pénétrantes, caractère, comme on le sait, des plantes des déserts et, en général, des localités exposés à la sécheresse.

Sur les 94 espèces de Phanérogammes d'Aden, 14 sont particulières à la presqu'île: les 80 qui restent (1) ont une

(1) *Distribution des plantes d'Aden* :

| | |
|---|---|
| Arabie..... 68 espèces. | Nord-Ouest de la presqu'île Hindostanique..... 21 espèces. |
| Scinde.....44 | |
| Egypte.....29 | Perse..... 19 |
| Abyssinie.....15 | Sénégal..... 19 |
| Région Médit. 18 | |

(Anderson, *loc. cit.* p. xi)

vaste extension géographique, et plusieurs d'entre elles se rencontrent sur la plus grande partie des régions désertiques de l'ancien continent. Quelques unes se retrouvent en Perse, dans le Belouchistan, l'Afghanistan, à l'embouchure de l'Indus, dans le Punjaub, dans le N. O. de l'Hindoustan. D'autres, après l'Egypte, la Nubie et une partie de l'Abyssinie, franchissent l'Afrique centrale, arrivent à la région Méditerranéenne, au Sénégal, passent aux îles Canaries et aux îles du Cap vert (1). L'*Heliotropium strigosum*, Willd., qu'on voit à Aden depuis le bord de la mer jusqu'au sommet du Djibel Shumshum, se rencontre de la Sénégambie au royaume de Siam, et même dans l'Australie tropicale. Je ne m'étendrai pas davantage sur ces détails empruntés pour la plupart à l'intéressante notice de M. Anderson, à laquelle je renvoie le lecteur désireux d'avoir des renseignements plus complets que le simple aspect de la végétation d'Aden que j'ai essayé de reproduire.

On rencontre, à Aden, des chevaux dont quelques-uns sont très-jolis, des ânes en grand nombre, en général très-beaux, et des chameaux. Des petits bœufs à bosse servent également aux transports et fournissent de la viande de qualité inférieure, ce qui ne doit guère surprendre quand on voit quelle pauvre nourriture on leur donne.

Les moutons ont la laine courte, la robe blanche avec la tête et une partie du cou noires, la queue épaisse, large, à trois lobes graisseux, à peu près comme la queue des célèbres moutons du cap de Bonne Espérance.

(1) *Corchorus antichorus*, Roem. Iles du Cap Vert.— *Citrullus colocynthis*, Arn. Iles Canaries, Iles du Cap Vert.— *Lycium Europœum*. L. Iles Canaries, etc.

Des goëlands de diverses espèces et des échassiers animent la rade et les plages de l'isthme. L'oiseau qui m'a paru être le plus répandu à terre, est un vautour au plumage blanc sale, tacheté de roussâtre, avec les grandes plumes des ailes noires, probablement la même espèce que, dans un autre voyage (1), j'ai vue très-commune aux îles du Cap-Vert. Ces rapaces se rencontrent à chaque pas, se promenant gravement, alourdis, sûrs qu'ils sont de l'impunité, à cause des services qu'ils rendent en nettoyant les abords des campements des Arabes et les rues de la ville.

Les seuls poissons que j'ai vus m'ont paru appartenir au genre Scorpène.

La population accumulée à Aden est peut-être de 25000 âmes, en y comprenant une garnison de près de 2000 individus. Les éléments qui la composent sont :

Des Anglais, qui fournissent les fonctionnaires et une partie de cette garnison; 1000 individus auxquels il faut adjoindre quelques Européens de nationalités différentes, mais en petit nombre.

Des Cipaïes de l'Inde, natifs de Bombay, de Madras et de Calcutta, militaires et agents de police, au nombre de 1000.

De 1200 à 1500 Juifs, qui ont conservé, peut-être ici plus qu'ailleurs, le type de leur race. Sales, misérables, ils sont méprisés même par les derniers des Africains.

Des Parsis et des Banyans dont quelques-uns sont chefs des maisons de commerce les plus importantes, et dont le reste fait le commerce de détail, des Coolies

(1) Mémoires de la Soc. Imp. des sciences naturelles de Cherbourg, T. VIII, p. 167.

et des Lascars, soit en tout 1200 individus venus de l'Inde.

10,000 Arabes, plus ou moins purs (1), et 6 ou 7000 Africains se disant Arabes, parcequ'ils parlent à peu près cette langue si répandue, et qu'ils professent, au moins nominalement, l'islamisme. Tout ce monde a des habitudes assez nomades. Parmi les Africains, il est facile de reconnaître les *Soumalis*, à leur grande taille, à leur type de figure qui, couleur à part, est purement caucasique, à leurs cheveux jaunâtres tressés en longues mèches. Cette couleur s'obtient par l'application de la chaux vive faite à mesure que poussent les cheveux d'abord rasés. Les Soumalis habitent la partie de l'Afrique qui est en face d'Aden aux environs du cap Gardafui. Ils ne viennent guère à Aden que pour amasser petit pécule. On reconnaît aussi aisément quelques Abyssiniens ; puis viennent une multitude de nègres de la côte orientale, esclaves échappés ou délivrés par les croiseurs anglais, et qui ont de plus en plus le type nègre, suivant qu'ils viennent de points situés plus au Sud sur la côte. Les grands travaux exécutés à Aden, le mouvement continuel des steamers et autres navires, ont attiré tous ces africains, population turbulente, quel-

(4) Aux Arabes se rattache une fraction de la population, les *Akhdam*, au nombre de 1500. Cette race, différente des Arabes, descend probablement des anciens maîtres du pays, chassés par les Arabes et les Persans au 6e siècle. Ce qui tend à confirmer cette opinion, c'est que leur type présente une grande analogie avec celui des Abyssiniens : ils ont les cheveux lisses, le nez aquilin, les lèvres minces et la peau noire. Leur nom, *Akhdam* qui signifie « serviteurs », semble dénoter une infériorité sociale originelle. A Aden, ils ne se mêlent en rien aux autres Arabes ; ils habitent un quartier séparé et on les traite comme de véritables parias. (L. Simonin, *loc cit.*).

quefois très-dangereuse pour les étrangers à cause de sa demi-sauvagerie et de son fanatisme, et qui ne peut être contenue que par la main de fer de l'autorité britannique. Un grand nombre de ces noirs s'engagent comme chauffeurs sur les steamers qui font escale à Aden, et on est généralement content de leurs services pour ces rudes travaux, à peu près, sinon tout-à-fait, interdits aux matelots européens dans ces climats.

## POINTE DE GALLES.

Si l'on avait à choisir un point pour donner une idée de la nature tropicale à une personne qui n'en aurait jamais connu les splendeurs, *Pointe-de-Galles* serait peut-être l'endroit le plus propre à remplir ce but. Il est impossible de voir quelque chose de plus riant que cette partie de Ceylan, par une belle matinée. Une mer bleue, qui vient se briser en blanches volutes sur les rochers ou sur de belles plages de sable, un terrain accidenté, des collines couvertes d'une végétation exubérante, au bord de l'eau de grands bois de cocotiers, tout cela compose un magnifique paysage, qu'anime une nombreuse population aux vêtements bariolés et pittoresques. Quand on met le pied à terre, l'impression favorable n'est pas diminuée comme il arrive trop souvent. Au sortir de la ville, après qu'on a traversé de belles pelouses, on peut se lancer, par une multitude de petits chemins, à travers les bois de palmiers, où des échappées au milieu des arbres permettent, à chaque pas, d'apercevoir les petites demeures des habitants qui font involontairement penser à la *Chaumière Indienne*.

Malheureusement le port, fermé d'un côté par la pres-

qu'île rocailleuse sur laquelle est bâtie la ville, et de l'autre par une projection de la côte, est mauvais, d'un accès difficile à cause de rochers nombreux, et exposé tout-à-fait à la mer du large qui le rend dangereux pendant la mousson de Sud-Ouest. C'est sa position seule, sur la route directe de la Mer Rouge à l'Inde et aux Détroits, qui a pu le faire choisir comme escale des paquebots.

Il est rare de voir une végétation plus riche que celle de Ceylan : presque tous les arbres et presque toutes les plantes des régions équinoxiales y croissent en abondance. Les voyageurs qui, comme nous, n'ont que quelques heures à rester à Pointe-de-Galles, font ordinairement deux excursions, l'une à *Wakewuela* dans l'Est, l'autre à *Symond's-Garden*, dans l'Ouest de la ville.

La route carrossable, longue de deux lieues environ, qui conduit au premier endroit, traverse presque toujours un terrain plat, au milieu des bois où l'on remarque des Tamariniers magnifiques, des Bananiers, des Manguiers, des Jacquiers, des Jambos, et d'autres arbres touffus au dessus desquels des milliers d'Aréquiers élèvent leurs frêles et gracieuses colonnes. Autour des habitations, on voit, en pleine culture, diverses variétés de Bananiers, le Bétel, le Poivrier, quelques Cannes à sucre et quelques Muscadiers. Les parties les plus basses du canton sont utilisées pour la culture du riz à laquelle se prête la nature marécageuse du sol, et là où il ne se compose que de sable fixé par la Patate-à-Durand (*Ipomœa pes-caprœ*), ce liseron qu'on trouve partout entre les tropiques, s'élèvent des forêts de Cocotiers. Dans les fourrés nous trouvons l'*Hibiscus tiliaceus*, le *Thespesia populnea* dont on voit de vieux échantillons, de dimensions extraordinaires, tout autour des remparts de la

ville et dans les rues, le Bambou, le Sappan, un autre palmier (*Caryota urens*), et une foule d'autres végétaux que le peu de temps dont nous disposons ne nous permet pas de reconnaître.

De la colline de Wakewuela, au sommet de laquelle on arrive par un chemin taillé sur ses flancs, qui permet de voir la nature sabloneuse et argileuse du terrain, la vue s'étend sur une vaste plaine cultivée avec soin en rizières, au milieu de laquelle serpente une rivière assez volumineuse: de place en place, l'uniformité du tableau est rompue par des collines couvertes d'arbres où vivent des singes dont on peut, le matin surtout, voir la folle gymnastique.

*Symond's Garden* était autrefois, quand les Hollandais étaient les maîtres du pays, une pépinière où l'on élevait tous les arbres fruitiers de Ceylan et ceux dont on tentait l'importation : aujourd'hui cet établissement est plus que négligé : il ne sert plus qu'à une spéculation des cochers des voitures de place. Avant peu la végétation sauvage des alentours aura envahi le jardin. On y voit encore une assez riche pépinière de Canelliers dont la vraie patrie est la partie Sud-Ouest de Ceylan.

Je ne pourrais rien dire de la Faune : les seuls animaux que j'ai vus, en dehors des petits bœufs, des buffles et d'un jeune éléphant, sont de petits chacals et des mangoustes (*Herpestes fasciatus*) qu'on nous offrait en vente, de gros oiseaux de proie (du genre *Circus*?) qui volaient au dessus de la rade et venaient se reposer dans la mâture des navires.

Divers éléments concourent pour former la population de la ville : des Anglais, quelques Hollandais, des métis provenant des unions des anciens colons Portugais avec les femmes du pays, et ayant le teint presque

aussi noir que ces dernières, des Malais, quelques Arabes et quelques Parsis attirés par le commerce. La campagne est habitée par les Chingulais, qui ressemblent beaucoup aux Hindous et qui se sont établis à Ceylan à une époque très-reculée. Les habitants primitifs appartenaient, dit-on, à une race voisine de la race nègre, et il paraîtrait qu'ils ont encore des descendants dans les forêts de l'intérieur de l'île.

Les Chingulais sont ordinairement de taille moyenne, peut-être un peu au dessus, bien faits, de formes délicates. Leur teint varie du brun-clair au noir. Leurs cheveux sont longs et touffus ; ils en prennent beaucoup de soin, les ramenant en arrière et les maintenant au moyen d'un grand peigne. Quelques uns laissent croître leur barbe. Parmi les jeune garçons, on en voit qui, par la finesse de leurs membres et la douceur de leurs traits, pourraient servir de modèle pour une statue du Bacchus Indien. Les femmes sont bien faites, souvent jolies, quand elles n'ont pas été déformées par les rudes travaux du ménage ou les fatigues de la maternité ; mais on peut remarquer, comme chez toutes les populations de l'Inde, que les traits des femmes paraissent durs comparés à ceux des hommes, et que leur aspect est plus sauvage. L'usage du bétel est commun à toute la population indigène qui est, dit-on, d'une sobriété remarquable.

## DÉTROIT DE MALACCA. — SINGAPORE.

La route de notre paquebot nous fit passer, pour donner dans le détroit de Malacca, près de la tête d'Achem, entre les deux îles Poulo-Brass et Poulo-Waï, hautes terres au relief tourmenté, couvertes, de la base au som-

met, de la plus riche végétation, la même sans doute que nous avions admirée à Ceylan. Le temps était chaud et lourd. (1)

Depuis Achem jusqu'à la *Pointe du Diamant*, les terres de Sumatra sont très-basses au bord de la mer, dominées par de grandes montagnes dans l'intérieur du pays. Toute cette partie est couverte de bois : aussi, avec cette végétation exubérante, et le peu de distance à l'équateur (5° de latit. N.), ne doit-on pas être surpris de voir ces lieux exposés à des orages fréquents, à des pluies torrentielles. Les bas-fonds, qui obstruent les détroits et les canaux, sont aussi la cause des forts courants qu'on y rencontre, et dont la présence se trahit par de grands remoux à la surface de la mer, les *tide-ripples* des navigateurs anglais.

Je n'aurai également que peu de choses à dire de Singapore où je n'ai fait, deux fois, qu'un séjour de quelques heures, et encore la seconde fois, une pluie continuelle était un sérieux obstacle à la promenade.

La ville anglaise est au côté sud de l'île de Singapore (2), 0°,15′ de latitude N. environ, et 102°,50′ de long. Est. L'île est de forme elliptique, située à l'extrémité orientale du détroit de Malacca : elle est longue de près de dix lieues sur une largeur moyenne de cinq, et séparée de la presqu'île malaise par un détroit qui, en certains endroits, n'a que 460 mètres de large. La surface de l'île est accidentée, onduleuse et couverte de verdure comme les terres voisines. Le sol est une argile dont la coloration rougeâtre est due, sans doute, à un oxyde de fer. Il y a, dit-on, de belles forêts; mais, dans nos pe-

(1) 17 février 1863.

(2) *Sing*, lion ; *poara*, ville.

tites promenades autour de la ville, à l'exception de quelques gigantesques figuiers des Banyans, nous n'avons pas vu d'arbres extraordinaires pour leurs dimensions. Les bambous arrivent à une grande taille. La campagne est sillonnée de routes, en général bien entretenues, conduisant à de belles habitations où l'on remarque, dans les jardins, l'arbre à pain, le tamarinier, le mangoustan qui donne les fruits les plus jolis, sinon les meilleurs qu'il y ait. La ville elle-même n'est, du reste, qu'une suite de jardins. La route qui conduit de la ville à *New-Harbour*, crique où abordent les paquebots, passe au milieu d'un marais plein de palétuviers. La nuit, tous ces arbres sont couverts de mouches lumineuses qui font une illumination fantastique.

La population est encore plus bigarrée que celle des points que nous avons déjà visités, et atteint peut-être le chiffre de 94,000 âmes.

Les Chinois, provenant des provinces méridionales de l'empire, forment la grande masse de la population de l'établissement Anglais; ils sont, dit-on, au nombre de 60,000. Ici, comme partout, ils sont actifs, industrieux, intelligents, ne répugnant à aucun métier. Beaucoup d'entre eux s'occupent de jardinage; les autres sont de petits marchands ou des ouvriers.

Les Anglais et les autres Européens sont peu nombreux (1). On compte aussi quelque Arméniens, des Parsis ; les Arabes, les Persans, et les Siamois forment un total de 6000 individus. Les Hindous (2), connus dans la colonie sous le nom de *Klings*, fournissent presque tous les conducteurs de voitures de louage. La plupart frap-

(1) de 500 à 600.

(2) Malabars, Bengalis, etc., environ 13,000.

pent par leur teint olivâtre, leurs longs cheveux ondés, leurs membres délicats, quelquefois grêles d'une manière exagérée, et leurs grands yeux au regard triste et doux.

Le reste des habitants (1), population au teint jaune, aux cheveux noirs, est confondu sous le nom général de *Malais*; mais en y regardant de près, on y trouve des types divers que M. R. G. Latham (2) a ainsi rangés:

D'abord les *Malais* propres, qui professent l'Islamisme, ont un peu de la civilisation des Arabes et des peuples de l'Inde, et ne diffèrent pas beaucoup des nations Indo-Chinoises. Leur teint est sombre et leurs cheveux noirs. Les Malais mahométans ne sont pas cependant les véritables aborigènes. Ils se considèrent eux-mêmes comme une race nouvellement venue sur le sol de la presqu'île Malaise, et ils donnent aux gens qu'ils reconnaissent comme plus anciens qu'eux le nom d'*Orang-Binua* (3), ou *hommes de la terre*. Ces derniers ont, en général, le teint plus noir et les cheveux plus crépus; quelques uns même les ont laineux avec la peau noire: ce sont les *Semang*; d'autres sont connus sous le nom de *Jakong*. Les Orang-Binua sont ordinairement bûcherons ou laboureurs.

A côté d'eux on rencontre les *Orang-Laut*, ou *hommes de la mer*, qui sont pêcheurs et bateliers, et, dans leur nombre sont les *Biduanda-Kaltong* qui occupaient primitivement le territoire de Singapore, et les *Orang-Ste-*

(1) Malais : 1,400.

(2) *The Ethnology of the British colonies and dependences*, Londres, 1851.

(3) Faisons remarquer, en passant, le rapport de Binua avec les mots, *Fenua*, *Henua*, *Wenua*, « terre », des dialectes polynésiens.

*tar*, ou *hommes de la rivière Sletar*. Chez les individus de ces deux derniers types, la tête est petite, la face aplatie, la mâchoire inférieure avancée; leur profil semble être une ligne droite en dehors de laquelle les traits proéminents ressortent très-peu.

Il est bien évident qu'aujourd'hui des croisements entre les diverses races ont modifié les types et amené des formes intermédiaires à tous les degrés.

Les Orang-Binua et les Orang-Laut n'ont pas, en général, adopté l'Islamisme, mais ils ont gardé leurs superstitions primitives. Le *Malais* est l'idiome commun à tous.

Les villages de ces peuples sont ordinairement au bord de la mer, ou sur quelque ruisseau où la marée remonte sous leurs cases élevées sur pilotis, de manière que le reflux entraîne tous les débris et toutes les ordures jetées par une trappe pratiquée dans le plancher. Il y en a qui vivent tout-à-fait dans des bateaux. On dirait que quelques uns, de jeunes garçons principalement, sont de véritables amphibies, à voir la facilité, l'aisance avec les quelles ils se jettent à l'eau de leurs pirogues en miniature, pour attraper, en plongeant, les pièces de monnaie que leur lancent les passagers des paquebots.

Une industrie commune à tous les Malais de Singapore, et qui est entretenue par le passage des nombreux voyageurs, consiste dans la vente de cannes dites *Joncs de Malacca*, de singes et d'oiseaux. Le quai de New-Harbour, pendant le séjour des paquebots, est une véritable ménagerie où l'on voit réunis la plupart des quadrumanes de ces contrées, les grands kakatoès blancs et les magnifiques loris de la Malaisie, les peaux d'oiseaux de paradis de la Nouvelle-Guinée, etc.

Malgré leur nom d'hommes de la mer, les Orang-Lau sont de tristes marins quand on les compare aux *Bouguis*, originaires de Célèbes, et dont on voit un grand village dans le voisinage de Singapore. Les Bougnis sont des navigateurs actifs, entreprenants et braves, qui font le commerce dans toute la Malaisie où ils ont établi des colonies sur divers points. Ils vont pêcher le *tripang* jusque dans le golfe de Carpentarie. Leur langue se rapproche du Malais: ils professent en général l'Islamisme. Ils sont grands, forts, bien bâtis, ressemblant beaucoup plus aux beaux types de la Polynésie, les habitants de Tonga ou les Carolins par exemple, qu'aux Malais proprement dits, et ils leur ressembleraient bien davantage sans l'usage où ils sont d'aplatir le nez des enfants, habitude assez générale dans la Malaisie.

Sauf les Européens, les Parsis et les Chinois, tout le monde chique le bétel.

## TCHÉ-FOU — ILES MIA-TAO.

La baie de Tché-Fou (1) est sur le côté Nord du grand promontoire qui termine vers l'Est la province chinoise du Sham-Tung. Dans cette partie du littoral de la Chine, les terres sont très-accidentées : ce sont des montagnes au profil découpé, à l'aspect aride. Un gros cap rocailleux, qui d'un peu loin se présente comme une île, relié à la terre ferme par un isthme sablonneux très-bas, limite la baie de Tché-Fou (2) du côté de l'Ouest. Ce cap est

(1) *Cheefoo*, des Anglais.

(2) Cette baie serait plus convenablement appelée *baie de Yentaï*, à cause de la ville de Yentaï, qui est au fond, et qui est le véritable port de commerce ; mais l'usage a fait prévaloir le nom de *Tché-Fou*, appartenant à un petit port voisin.

situé par 37°-37′ de lat. N. et 119°-8′ de long. Est. Son point culminant, qui est sensiblement au milieu du massif, est élevé de 300 mètres environ au dessus de la mer (1).

(1) Le *Moniteur Universel*, du 5 juin 1868, contient la note suivante:

« Les explorations faites par un naturaliste américain, M. » Bickmore, sur les côtes de Chine, depuis Canton jusqu'à l'em- » bouchure de l'Amour, ont établi que des changements géolo- » giques s'y opèrent avec une rapidité extraordinaire. La mer » se retire d'une façon si sensible que, dans un laps de temps » relativement court, la configuration du continent de l'Asie » sera considérablement modifiée dans ces parages. » (*Athenæum*).

M. Albert Bickmore était en Chine à l'époque où je parcourais ces parages. Au mois de février 1867, il avait demandé au commandant en chef de la division navale française l'autorisation de profiter d'un de nos navires pour se rendre en Corée, si, par hasard, un de ces derniers retournait dans ce pays où nous avions fait une expédition de guerre trois mois auparavant. M. Bickmore voyageait pour l'étude de la géographie, de la géologie et de la zoologie dans l'extrême Orient. Ce qui est certain, c'est qu'il ne perdait pas de temps. A la date de sa demande, il se proposait d'aller de Shanghaï, où il était alors, à Hang-Tcheou, la capitale de la province de Ché-Kiang, puis ensuite à Manille. Vers la mi-juin, il comptait venir à l'embouchure de l'Amour, pour revenir de là en Europe par la Sibérie. Il désirait utiliser le temps qui s'écoulerait depuis son retour de Manille jusqu'à son départ pour l'Europe, en visitant la Corée. Sur les navires de guerre anglais et américains, ce naturaliste avait toujours été admis comme passager sans avoir rien à débourser, et, sans aucun doute, il aurait joui de la même faveur sur les nôtres, mais aucun d'eux ne devant, selon toute prévision, se rendre en Corée, sa demande n'eut pas de suite.

M. Bickmore est revenu en Amérique et a donné déjà quelques uns des résultats de ses observations, dans quelques recueils de Sociétés savantes de ce pays.

Je puis dire, en confirmation de ce qu'il rapporte des chan-

La baie est, à vrai dire, la vaste étendue d'eau comprise entre la terre ferme et une série d'îlots qui partent du cap Tché-Fou, dans la direction de l'E.-S.-E. Du cap Tché-Fou au Rocher-Blanc, les deux limites extrêmes, il y a environ quatre lieues.

Nous avions un petit établissement, reste de l'expédition de Chine de 1860, sur celui de ces îlots qui est le plus au S.-E., *Kung-Tung-Tau*.

Quand on a navigué pendant quelque temps sur les côtes vaseuses de la Chine, aux environs de Ning-Po et de Shanghaï, on est heureux de contempler les eaux bleues de Tché-Fou qui baignent de belles plages de sable blanc. L'eau n'est cependant pas très-profonde dans la baie : les navires d'un fort tonnage sont obligés de se tenir à une assez grande distance de terre. Cet éloignement, et les gros vents de N.-O., qui soufflent avec violence pendant une grande partie de l'année, diminuent les qualités de Tché-Fou; mais, d'un autre côté, l'avantage d'être le seul port du Nord de la Chine qui ne gèle pas en hiver, et, par suite, d'être la seule route de Pékin pendant cette saison, compense les deux inconvénients cités plus haut. Le commerce de Tché-Fou est très-actif : c'est le seul point du Shang-Tung ouvert aux Européens. C'est par Tché-Fou que s'écoulent, vers le Sud de l'empire chinois, une grande partie des produits de cette province, peuplée de 28,000,000 d'habitants. Les principales exportations, faites par na-

gements dans la configuration des côtes du Céleste Empire, qu'à Shanghaï, dans le Whampoa, et à l'embouchure du Yang-tsé-kiang, on voit croître des îles très-rapidement. Une île du Wampoa, entre Wusong et Shanghaï, qui, il y a sept ou huit ans, n'était qu'un banc de vase, est aujourd'hui habitée par des cultivateurs : on y voit des arbres fruitiers déjà grands.

vires européens, consistent en légumes secs et en tourteaux faits avec ces légumes (*bean cakes* du commerce), employés comme engrais dans le Sud de la Chine.

Le climat du Shang-Tung rappelle celui de l'Europe. Tché-Fou est certainement l'endroit le plus salubre de tous ceux où les Européens se sont fixés en Chine. J'y ai passé à la fin de juin et au milieu de juillet, et j'y ai séjourné pendant une partie des mois de septembre et d'octobre. Au mois de juin, le temps était délicieux; la température, pendant le jour, était de 20 à 21° centigrades. Déjà il est de mode, parmi les Européens qui résident en Chine, de venir, pendant l'été, prendre des bains de mer à Tché-Fou.

Je trouve, dans un excellent livre publié à Hong-Kong (1), en 1867, les renseignements suivants sur le climat de cette localité. L'air y est, en général, très-sec. L'été ne dure guère que deux mois : il fait alors très-chaud, mais la température élevée (de 30 à 32° cent.) est tempérée par de fraîches brises qui règnent toujours, quelquefois même avec une force qui les rend désagréables. En janvier et février, le froid est très-rigoureux, avec une grande quantité de neige. Le mois d'avril est ordinairement pluvieux. En mai, le temps est tout-à-fait printanier : juin est très-beau, avec une température déjà élevée : en juillet et en août, il fait très-chaud, avec de la pluie et des grains de vent par intervalles. Le commencement de septembre est encore chaud. A la fin de ce mois, et pendant la première moitié d'octobre, il fait froid, avec un beau soleil. Novembre et décembre sont très-froids; il neige abondamment pendant le dernier

(1) *The Treaty Ports of China and Japan, etc.* Hong-Kong, 1867.

de ces mois. Le minimum ordinaire de la température, en hiver, est — 6°. A notre établissement de Kung-Tung-Tau, on a observé plusieurs fois, — 8° et — 9°, dans l'hiver de 1865 à 1866.

De très-nombreuses occupations, et la difficulté des communications, causée par l'éloignement, m'ont empêché de visiter les environs comme je l'aurais voulu. J'ai dû me borner à une course le long du rivage de la terre ferme et à quelques promenades sur l'îlot de Kung-Tung-Tau.

La charpente des terres consiste principalement en grès quartzeux, dont les couches sont peu épaisses. Le cap Yentaï, gros cap près de la ville se compose d'une roche stratifiée, du micaschiste, dans laquelle on voit quelques filons de quartz. Cette roche abonde en mica qui brille au soleil comme des paillettes d'or (1). La campagne est presque entièrement dénuée d'arbres, le sol est sablonneux, très-peu fertile, et cependant cultivé en beaucoup d'endroits avec soin. Le marché de Yentaï fournit des légumes passables en assez grande abondance, et, selon la saison, des poires, des pommes et des pêches : ce dernier fruit est le seul qui vaille quelque chose. On trouve aussi du raisin, mais bien inférieur à celui qui vient de Tien-Tsin.

Des lits de torrents profondément ravinés, des dépôts de sable et de galets, indiquent que ce canton, ordinairement si sec, est quelquefois soumis à des inondations, soit au moment du dégel, soit par le fait de pluies abondantes, assez fortes parfois pour entraîner les misé-

(1) Depuis mon retour en France, j'ai lu, dans un journal anglais, qu'on avait découvert de riches gisements aurifères aux environs de Tché-Fou.

rables huttes des habitants, et détremper leurs murs de torchis.

Kung-Tung-Tau se compose de deux îlots réunis par une langue de sable : les contours de l'ensemble sont découpés; le relief des terres, très-accidenté, est formé par les mêmes roches que la grande terre, du grès quartzeux, rose, irisé, en couches minces, très-inclinées à l'horizon et plongeant vers le Sud. Quelques grottes naturelles, creusées dans les rochers du bord de la mer, sont curieuses à visiter. De belles plages de sable s'étendent, en maints endroits, autour de l'île; l'une d'elle se prolonge, vers le Sud, en un banc sous-marin, sur lequel il n'y a que peu d'eau.

Naturellement, il ne peut pas y avoir beaucoup d'arbres sur une terre aussi peu étendue et aussi rocailleuse. On ne remarque guère que quelques petits pins formant un bois, à l'abri des vents du large, au revers de la partie culminante de l'îlot, sur laquelle on a bâti un phare. Au pied de cette colline, s'abrite aussi un petit village renfermant de 300 à 400 habitants qui cultivent tous les coins de cette terre ingrate partout où la culture est possible, et y font pousser, à grand renfort de patience, un peu de froment bien maigre, un peu de sésame et quelques légumes.

L'eau douce est fournie par des puits creusés dans les parties les plus déclives. Un de ces puits, pratiqué dans le sable, à l'entrée de l'isthme qui joint les deux îlots, nous donnait de l'eau excellente.

Des plantes aromatiques, venant partout à l'état sauvage, répandent une délicieuse odeur. On y remarque une jolie Sauge à fleurs bleues, une Armoise, une espèce de Serpolet. Une belle Statice, à fleurs rouges, est très-commune. Nous trouvâmes dans le petit bois de pins et

aux environs, de l'ail poussant spontanément, ayant une odeur très-forte : cette plante se sera probablement échappée des cultures. Au mois de septembre, les coteaux de l'île étaient émaillés par les fleurs d'un rouge éclatant, ou rose, d'une Caryophyllée, un petit œillet. Une des plantes les plus communes, dans ce terrain sec, est une plante grasse, à feuilles radicales qui lui donnent l'apparence d'un artichaut : du milieu de ces feuilles s'élève une hampe qui porte les fleurs ; mais je n'ai pas vu ces dernières, la saison n'étant pas propice.

Les plantes marines sont rares : la plus commune est un *Sargassum*, très-répandu depuis la Cochinchine jusqu'au Japon.

Les habitants du village élèvent quelques bœufs. On en trouve, à la terre ferme, en assez grande quantité, donnant de la viande savoureuse, On peut aussi se procurer quelques bons chevaux, mais les plus beaux animaux des campagnes voisines sont les ânes et les mulets ; ces derniers, surtout, sont de toute beauté. Le nord de la Chine paraît favorable à ces deux sortes d'animaux, car nous en avons vu de superbes à Tien-Tsin et à Pékin. On trouve des moutons à Tché-Fou, mais ils ne sont pas élevés dans le pays ; on les apporte de Tien-Tsin.

Je n'ai vu que peu d'oiseaux dans la campagne, seulement quelques oiseaux de mer sur le rivage, quelques hirondelles, un joli faucon à Kung-Tung-Tau, et les mêmes oiseaux de proie qu'on voit depuis l'Inde, et qui semblent s'étendre jusqu'en Australie. (1)

Le temps nous a manqué pour pêcher : tout ce que je puis dire, c'est que le poisson acheté au marché était

(1) Pendant l'hiver on trouve du gibier, des faisans. L'approche de l'hiver est annoncée par nombreux vols d'oies sauvages.

excellent, ce qui vient de la qualité du fond où il n'y a que peu de vase. Les rochers de Kung-Tung-Tan fournissent de bonnes huîtres, malheureusement en trop petite quantité.

En partant de Tché-Fou pour nous rendre au fond du golfe de Pé-Tchi-Li, nous passâmes dans le groupe des îles Mia-Toa qui sont à une douzaine de lieues. La route du navire nous conduisit entre l'île Toki, à notre droite, c'est-à-dire dans le Nord, et Kao-Shan, dans le Sud. Ce sont des îlots rocailleux, à l'aspect aride, qui paraissent formés des mêmes éléments que les îlots de la baie de Tché-Fou. Kao-Shan, que nous voyons de très-près dans sa partie occidentale, semble n'être qu'un tas de pierres, extrêmement escarpé. A son extrémité Nord-Ouest, on remarque deux gros rochers qui, de loin, ressemblent à deux navires courant vent-arrière et vus par l'avant. Celui de ces rochers, qui est le plus au large, est percé à jour à sa base.

Toki est une assez grande île : le côté Sud, que nous voyons, est le moins étendu des trois côtés qui forment, à peu près, un triangle rectangle : il se creuse en une grande baie au fond de laquelle on distingue un village. Des cultures se montrent partout où la disposition du sol a permis d'en établir. D'après le *China-Pilot*, il y aurait quatre villages de ce côté de l'île, et un ou deux dans le Nord-Est. On trouve de l'eau douce fournie abondamment par des puits. Les premiers navires anglais, qui ont touché à cette île, ont pu s'y procurer des bœufs de petite taille, mais excellents, des volailles, des œufs et des légumes en grande quantité.

# DE L'INFLUENCE DU CLIMAT

## SUR LA CROISSANCE

## DE QUELQUES ARBRES RÉSINEUX

PAR

Mr. le Profr. A. BEKETOFF,

Membre correspondant de la Société.

L'action du climat sur la croissance des arbres est généralement connue, mais nous n'avons que fort peu de travaux exacts à ce sujet. Je ne peux citer sous ce rapport que les recherches de MM. Bravais et Martins sur le pin sylvestre (1), ainsi que quelques données communiquées par les mêmes savants à l'égard du chêne et du frêne (2).

Nous trouvons aussi, dans le dernier tome du voyage de M. Middendorf, quelques données concernant les arbres de la Russie, mais elles s'y trouvent en si petit nom-

(1) A. Bravais et Martins. Recherches sur la croissance du pin sylvestre dans le nord de l'Europe. Mémoire couronné par l'Académie de Bruxelles, XV. I. 1841.

(2) Annales des Sciences naturelles. Botanique. t. III. 1845. p. 370.

bre qu'il est fort douteux que l'on puisse en tirer des considérations générales quelconques. L'auteur s'appesantit cependant sur l'action destructive qu'exerce le climat impitoyable de la Sibérie sur les malheureux arbres, qui, néanmoins et selon l'auteur lui-même, s'avancent en Sibérie plus au Nord que dans aucun pays de l'Europe. Contrairement aux idées reçues par la pluralité des ingénieurs de l'Angleterre, de la France, de l'Allemagne et de l'Italie, contrairement aux idées du savant auteur de la climatologie de Russie (1), M. Middendorf croit que les climats du Nord de la Russie et les climats continentaux en général, sont moins propices à la formation de bons bois que le climat des régions subalpines de l'Europe centrale et les climats pélagiques en général.

Il n'est pas douteux que les climats arctiques de l'extrême Nord ne sont pas faits pour favoriser la croissance des arbres ; mais pour arriver à des généralités plus précises, il ne suffit pas d'avoir rassemblé une vingtaine de données pour trois espèces différentes, surtout quand il s'agit de contrées aussi immenses que la Russie et la Sibérie, qui présentent en outre des variations infinies sous le rapport climatérique et orographique, dont les forêts prises ensemble occupent un espace plus étendu que toutes les forêts de l'ancien continent.

Il n'existe donc que fort peu de recherches exactes sur la croissance des arbres dans divers pays, et la science ne peut pas se contenter des notions plus ou moins vagues que chacun a sur l'action exercée par le climat sur les arbres. Elle ne peut non plus se contenter du seul travail de Bravais et Martins, ainsi que des données disséminées çà et là.

(1) M. Wesselowsky.

Il ne suffit pas encore de savoir, par exemple, que les arbres résineux des contrées froides et des régions montagneuses élevées reçoivent une solidité, une densité et un nerf particulier, qui les rend infiniment propres aux constructions navales. Nous avons à rechercher surtout, en quoi se traduisent les diverses influences extérieures sur l'arbre, quelles sont les modifications que subissent les tissus du végétal sous l'action des agents physiques, quelles sont enfin les limites géographiques entre lesquelles tel ou tel bois reçoit ou perd telle ou telle qualité.

L'influence du climat et celle des autres causes non climatériques (sol, exposition, etc.), s'exercent évidemment en même temps. Il est de première nécessité de pouvoir discerner ce qui tient à l'influence particulière de chacune de ces causes. Ceci ne saurait être atteint qu'à l'aide d'un très-grand nombre d'observations faites dans les mêmes contrées. Le climat d'un endroit donné restant le même, nous attribuons les variations que peuvent présenter les arbres de cet endroit, à des influences non climatériques. De cette façon nous pouvons même déterminer les écarts moyens que présente une essence forestière quelconque sous l'influence du climat, en attribuant alors les écarts plus considérables à des causes moins générales et moins constantes, comme le sol, l'exposition, etc.

Les collections, prises dans des contrées fort éloignées entre elles, sont surtout propres à nous aider dans nos recherches; car alors, les climats étant fort différents, les variations présentées par les arbres sous leur influence, se traduisent avec plus de netteté et de vigueur.

La nature des observations, que j'ai été à même de

rassembler jusqu'ici, me force à m'appesantir principalement sur les influences climatériques. Or, l'influence du climat sur l'arbre se traduit fort diversement, notamment par l'épaisseur des couches annuelles, par la hauteur du tronc, par la densité, l'élasticité, la solidité et l'homogénéité de son bois. Les observations les plus nombreuses se rapportent précisément à l'épaisseur des couches annuelles ; c'est pourquoi la plus grande partie de ce travail se trouve consacrée aux recherches sur l'influence du climat sur l'accroissement des arbres en diamètre. Les matériaux que j'ai pu recueillir jusqu'ici sont fort variés quant à leur provenance. Les uns sont puisés dans divers ouvrages imprimés ; les autres sont les résultats de mes propres observations, faites sur les collections que j'ai pu accumuler dans le musée botanique de l'Université de St-Pétersbourg. En tête des premiers, je place les tableaux de MM. Bravais et Martins, faisant partie du bel ouvrage de ces deux savants (1). Je mentionne, en second lieu, l'excellent catalogue de la collection dendrologique française (2) de l'exposition universelle de 1867. Un pareil catalogue (3) a été rédigé également pour la collection des bois de Finlande; et ce catalogue m'a été d'une très-grande utilité. Quelques échantillons de bois, provenant des domaines du comte Thun, en Bohème, se trouvant à la même Exposition et étant en outre accompagnés de remarques aussi judicieuses que circonstanciées, ont aussi contribué à multiplier le nombre de mes observations. Je dois en

(1) Op. c.

(2) Catalogue raisonné des collections exposées par l'administration des forêts. Imprimerie impériale. Paris. 1867.

(3) Collection des produits forestiers du grand duché de Finlande, envoyée à l'Exposition Universelle de 1867, à Paris.

dire autant de la très-belle collection des bois Autrichiens, que j'ai été à même d'observer à la même Exposition. J'ai puisé aussi dans les ouvrages de M. Goeppert (1) et Bode (2). Les tableaux de M. Middendorf (3) cités plus haut m'ont fourni quelques données que je n'ai eu garde d'omettre.

Quant à la collection de l'Université, elle est formée de rondelles que j'ai rassemblées dans diverses contrées de la Russie et de la Sibérie; j'ai tâché de citer dans mes tableaux les noms des personnes qui ont eu la bonté de m'aider à former cette collection, qui se trouve d'ailleurs encore en voie de formation. Je dois ajouter que je n'ai pu aborder, dans ce travail, la question des modifications histologiques, qui demande une grande accumulation de matériaux et de préparations microscopiques.

## PIN SYLVESTRE (voir le 1^er^ Tableau).

Pour obtenir les chiffres qui composent mes tableaux, j'emploie le procédé suivant : Je prends le demi-diamètre de la rondelle, je compte les couches annuelles et je divise le demi-diamètre par le nombre des couches; de cette façon j'obtiens *l'épaisseur* de la *couche moyenne* de mon échantillon (colonne 5 des tableaux). Cette épaisseur moyenne me donne la mesure de l'accroisse-

(1) Monographie der fossilen Coniferen. Leiden. 1850.

(2) Notizen, gesammelt auf einer Forstreise durch einen Theil des europäischen Russlands, von A. Bode. Dans les Beiträge zur Kenntniss des Russischen Reiches, etc. von Baer und Helmersen. St-Pétersb. 1854.

(3) Dr. A. v. Middendorff's Sibirische Reise. Band IV. Theil 1. Uebersicht der Natur Nord- und Ost Sibiriens. Vierte Lieferung : Die Gewächse Sibiriens. 1864.

ment de l'arbre en diamètre pendant une période donnée de sa vie. En comparant les diverses quantités ainsi obtenues, pour des arbres provenant de contrées diverses, on peut se faire une idée sur l'action des agents physiques extérieurs, actions qui se traduisent par les variations qu'éprouve la couche moyenne d'une espèce forestière dans différents pays. J'ai dû choisir ce procédé parce que la plupart des observations imprimées ne me donnaient que le demi-diamètre et le nombre des couches. Tous les chiffres de Bravais et Martins ont donc été remaniés pour être présentés sous l'aspect voulu.

Tâchons avant tout d'apprécier les résultats obtenus par les recherches capitales des deux savants que je viens de nommer. Le problème principal, dont ils se proposent la solution, se trouve énoncé dans les lignes suivantes, tirées de leur mémoire : « Comment déterminer le rapport qui existe entre l'âge de l'arbre et son accroissement moyen aux diverses périodes de sa vie, ou, si l'on veut, entre les rayons successifs du pin dans son état moyen, ou plus laconiquement entre l'âge et le rayon d'un *pin moyen idéal*? » La solution du problème est présentée par Bravais et Martins sous l'aspect de la formule suivante :

$$r = \frac{0^{mm}\,136\,(79 - L)\,n}{1 + 0{,}005\,n}$$

Dans cette formule : $r$ est le rayon au bout de $n$ années, $0^{mm}\,136$ est l'épaisseur de la couche centrale sous le 79° lat. nord, $L$ est la latitude, 0,005 est la valeur correspondant à l'état moyen du sol. On n'a donc qu'à trouver par l'observation les valeurs $L$ et $n$ pour avoir le rayon que doit avoir un arbre dans telle ou telle contrée. Bravais et Martins trouvent en outre que la variabilité d'accroissement ne dépend point de la latitude, mais de

la variabilité des circonstances qui ont marqué la vie de chaque arbre. Ils proposent d'adopter 0,25 pour mesure de cette variabilité moyenne, de telle sorte que *l'écart moyen vaut le quart de l'accroissement semi-séculaire moyen*. Quant à l'influence du climat, les deux savants ne trouvent qu'une coïncidence assez complète entre les épaisseurs des couches de la première année et les températures moyennes estivales de divers lieux, ce qui se voit sur le tableau ci-joint :

| Latitude. | 69° 37' | 66° 48' | 60° 40' | 51° 30' |
|---|---|---|---|---|
| Epaisseur de la première couche annuelle, selon la formule..... | 1mm 19 | 1mm 66 | 2mm 49 | 3mm 74 |
| Épaisseur de la première couche selon l'observation..... | 1mm 19 | 1mm 74 | 2mm 44 | 3mm 74 |
| Température moyenne estivale..... | 9° 0 ? | 13° 5 | 14° 8 | 17° 5 |

Bravais et Martins ne cherchent pas à déterminer nettement les rapports qui existent entre la température d'un lieu quelconque et la croissance du pin, mais la quantité $L$ (latitude) de leur formule doit évidemment représenter les influences climatériques de chaque lieu donné. Ceci ressort clairement du passage suivant, tiré du même ouvrage. « Pour que les couches annuelles (du pin) aient une épaisseur d'un millimètre environ, il faut faire ces plantations (la plantation du pin) à une hauteur telle que le climat se rapproche autant que possible de celui de la région intermédiaire entre Kernesand et Upsal, région qui fournit les pins aux constructeurs de Gefle. » Tout le chapitre IX, qui traite « de

quelques conditions essentielles pour obtenir en France des pins propres aux constructions navales », est fait d'ailleurs pour confirmer l'idée que nous nous formons sur la signification de la quantité *L* de la formule en question.

Or, la quantité *L* étant la latitude qui ne se trouve pas en concordance avec les lignes climatologiques, il est permis de douter que la formule de Bravais et Martins puisse représenter fidèlement la croissance du pin sylvestre des contrées formant son aire d'habitation. Bravais et Martins eux-mêmes s'empressent de remarquer que cette formule n'est applicable qu'entre le 50° et le 70° lat. N., et principalement au-delà du 60°.

Néanmoins, j'ai dressé le petit tableau qui suit à l'aide de la formule citée, pour les pins de diverses contrées entre le 70° et le 45° lat. N., depuis l'âge de 50 ans jusqu'à celui de 200 de l'arbre, par périodes de 50 années.

| Latitude. | 70° | 65° | 60° | 55° | 5 ° | 45° |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Demi-diamètre à l'âge de 50 ans..... | 55 | 79 | 107 | 136 | 164 | 215 |
| Épaisseur de la couche moyenne..... | 1,1 | 1.5 | 2,1 | 2,7 | 3,2 | 4,3 |
| Demi-diamètre à l'âge de 100 ans..... | 81 | 126 | 172 | 217 | 262 | 313 |
| Épaisseur de la couche moyenne..... | 0,8 | 1,2 | 1,7 | 2,1 | 2,6 | 3,1 |
| Demi-diamètre à l'âge de 150 ans..... | 101 | 166 | 220 | 287 | 341 | 408 |
| Épaisseur de la couche moyenne..... | 0,7 | 1,1 | 1,4 | 1,9 | 2,2 | 2,7 |
| Demi-diamètre à l'âge de 200 ans..... | 122 | 186 | 251 | 298 | 394 | 522 |
| Épaisseur de la couche moyenne..... | 0,61 | 0.93 | 1,2 | 1,4 | 1,9 | 2,6 |

Commençons par comparer ces chiffres aux résultats obtenus par Bravais et Martins eux-mêmes, pour les pins des diverses contrées, à l'aide des formules spéciales qu'ils donnent pour la croissance des arbres de chaque localité, par eux visitée. Selon ces formules, le demi-diamètre moyen, ainsi que l'épaisseur de la couche moyenne, atteignent à l'âge de 100 ans les dimensions suivantes :

| | | | Demi-diam. | Épais. de la c. m. |
|---|---|---|---|---|
| à Kaafiord, sous le | 69°57', soit | 70° lat. N. | 92,6mm | 0,9mm |
| à Pello | 66°48', | 65° | 114 | 1,1 |
| à Gefle | 60°40', | 60° | 171 | 1,7 |
| à Halle | 51°30', | 55° | 172 | 1,7 |

Ces chiffres se rapprochent assez des chiffres du premier tableau, si l'on excepte cependant la localité de Halle, dont les pins, selon la formule générale, auraient dû avoir à l'âge de 50 ans le diamètre qu'ils n'atteignent qu'à 100 ans, selon la formule plus exacte donnée spécialement pour la localité de Halle. Ceci provient, à mon avis, de ce que la quantité $L$ ne représente aucune valeur réelle. Nous serions peut-être plus près de la vérité si dans la formule la quantité $L$ pouvait être remplacée par la moyenne estivale du lieu, ou bien encore par la somme de la température utile dudit lieu.

En comparant les données théoriques des tableaux ci-dessus avec les données de mon Tableau I, nous trouvons que les chiffres, qui composent ces tableaux, sont souvent sensiblement analogues; cela est vrai non-seulement pour les observations faites entre les latitudes 70° et 60°, mais aussi pour les observations faites dans des contrées plus méridionales. Généralement les chiffres théoriques sont plus faibles que ceux obtenus par l'observation directe. Il y a certainement des écarts notables,

mais on ne saurait nier l'existence d'une analogie générale entre les résultats de la théorie et ceux de l'observation directe. En conséquence de cette concordance générale et approximative, nous pouvons dire que les résultats obtenus par l'emploi de la formule Bravais et Martins, nous révèlent la loi générale de la décroissance des couches annuelles du pin; d'un autre côté l'emploi de cette formule ne saurait nous donner exactement les variations que subissent les pins dans des régions diverses, et sous l'influence de climats différents.

Si l'on avait pu rassembler pour chacune des localités insérées par moi dans le Tabl. I, autant d'observations que Bravais et Martins ont fait pour chacun des leurs, on pourrait peut-être perfectionner leur formule; mais à l'heure qu'il est, nous sommes encore loin de ce desideriuni. Je me contente donc d'un commentaire direct des observations insérées dans le Tableau I.

Il nous sera certainement impossible d'éviter des erreurs; mais pour les éliminer autant que possible, nous prendrons surtout en considération les circonstances suivantes : le décroissement de l'épaisseur de la couche annuelle avec l'âge; l'influence du sol et des autres agents non climatériques.

Il est reconnu que la croissance du pin est plus active au commencement, et que les couches annuelles de cet arbre vont en diminuant d'épaisseur à mesure qu'il avance en âge. Essayons de déterminer avec plus de précision l'âge où cette diminution commence. Selon les tableaux de Bravais et Martins, les couches annuelles des pins de Pello et de Gefle commencent à diminuer sensiblement d'épaisseur après le premier quart de siècle. Le même phénomène s'observe sur les pins de Halle, souvent déjà dès l'âge de 20 ans. Les arbres de

Saint-Pétersbourg, de Pskow, Grodno et du gouvernement Radom, que j'ai observés, continuent à avoir de fortes couches jusqu'à l'âge de 30 et même de 40 ans. Ceux de Hagenau se soutiennent encore plus longtemps, jusqu'à 80 et même 100 ans. La diminution de l'épaisseur de leurs couches s'effectue d'ailleurs très-graduellement. Il suit de là que pour les pins du Nord, jusqu'au 30° de lat., le commencement de la décroissance en question tombe vers la 20ᵉ ou la 30ᵉ année; plus au Sud cette décroissance s'effectue peu à peu, et ne devient sensible que vers la centième année. Ajoutons que la différence entre l'épaisseur des premières 20 à 30 couches, et celle des suivantes, monte jusqu'à 0,25 et même jusqu'à 0,50.

Pour éviter les erreurs qui peuvent provenir de cette inégalité de couches, il faudrait comparer des arbres d'un âge approximativement égal. Dans les cas où cela ne serait point praticable, il faudra au moins faire une correction, en se guidant sur les chiffres donnés.

Le sol est le second agent non climatérique que nous allons considérer sous le rapport de son influence sur la croissance du pin. Nous n'avons à cet égard que des indications. Il est connu que ce sont surtout les sols sablonneux, profonds et substantiels, qui conviennent le mieux au pin, mais il est avéré qu'un sol argileux, pourvu qu'il ne soit pas trop compacte, produit aussi de fort beaux pins. Même les sols calcaires, réputés naguère impropres aux pins, produisent de magnifiques arbres, là où on a su leur donner un ameublement convenable(1). Tout cela me paraît démontrer que la nature chimique

(1) *Hartig*. Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands, Berlin, 1851.

du sol n'exerce généralement qu'une faible action sur la croissance du pin. Je suis porté à penser, avec plusieurs auteurs, que la composition chimique des terrains ne possède qu'une influence indirecte, en agissant sur l'état physique du sol et surtout sur son degré d'humidité.

Entre tous les agents physiques (non climatériques), c'est justement l'humidité relative du sol qui exerce la plus grande influence sur le pin, comme sur la végétation en général. Un sol humide est toujours impropre à la végétation du pin. Les pins malades, mesurés par M. Middendorf (les nos 103 à 107 et 119 à 123), les échantillons assez nombreux que nous avons d'Arkhangelsk nos 53 à 57), qui tous avaient pour sol des marécages couverts de sphaigne, démontrent d'une manière frappante l'action funeste qu'exerce la trop grande humidité sur la croissance du pin, car tous les arbres cités n'atteignent que de très-faibles dimensions en hauteur et présentent des couches annuelles de 4 à 5 fois plus minces que celles des arbres des mêmes localités, mais dont le sol n'était pas marécageux (Voir les nos 51, 57, 107, 108 à 115). Ceci nous porte à considérer le sol marécageux comme impropre à la croissance du pin sylvestre, anormal à l'égard de cet arbre. La comparaison des deux échantillons de Pskow (nos 134 et 135) pris dans un même bois, nous démontre que celui d'entre eux qui avait crû dans un endroit humide sans être marécageux, se trouve avoir des couches annuelles sensiblement plus minces que l'autre, dont la station était plus sèche. La même chose se voit relativement aux arbres de Moscou (Voir nos 142-147).

Le pin du bois de Boulogne (n° 191), qui avait les racines dans un terrain lourd et humide, malgré son jeune âge, montre des couches dont la minceur n'est pas propre aux arbres de ces contrées.

Nous nous croyons donc autorisé à poser en principe que c'est surtout l'humidité du sol qui influe funestement sur l'accroissement du pin en diamètre et même en hauteur. En comparant les échantillons provenant de contrées situées à une distance de 8° l'une de l'autre, ceux d'Esthonie et d'Arkhangelsk, nous sommes frappé de voir que les couches moyennes des pins marécageux se trouvent être d'une finesse inaccoutumée dans les deux contrées. Ceux d'Esthonie, par exemple (n^os 119 à 125) n'ont en moyenne que $0^{mm},17$ d'épaisseur, ceux d'Arkhangelsk, situés beaucoup plus au nord, oscillent entre $0^{mm}28$ et $0^{mm}33$.

L'exposition et la situation de l'arbre exercent aussi une action très-marquée sur l'accroissement du pin en diamètre. Cette action se traduit par l'amincissement des couches annuelles, lorsque par son effet l'arbre se trouve plus ou moins privé d'air et de lumière. Aussi voyons-nous (n^os 136, 143 et 144) que les pins qui ont crû au milieu d'épaisses futaies, montrent des couches beaucoup plus minces que ceux de la lisière. L'échantillon n° 112 des environs de St-Pétersbourg présente sous ce rapport un cas fort curieux. Ce pin avait crû au milieu d'une forêt épaisse, qui fut incendiée en 1858. L'arbre resta à découvert et continua à végéter pendant les dernières onze années. Ses dernières onze couches sont effectivement beaucoup plus épaisses que les précédentes.

Nous devons donc, à l'égard des influences non climatériques sur la croissance du pin, nous contenter de savoir que l'humidité exagérée, ainsi que le manque de lumière et une situation trop serrée, tendent à diminuer l'épaisseur des couches annuelles de l'arbre. Ce résultat par son peu de précision n'aurait pour nous qu'une très-

faible signification, mais la mesure des influences non climatériques se révèle en outre par les variations que présentent les pins d'une seule et même localité. Il est évident que le climat d'une contrée peu étendue restant le même, les variations qui s'observent sur les arbres de cette contrée ne peuvent être attribuées qu'à l'action des agents non climatériques de cette contrée. Bravais et Martins adoptent 0,25 pour mesure de cette variabilité moyenne ou le quart de l'accroissement semi-séculaire moyen. Cette moyenne étant suffisamment discutée par les deux savants, nous croyons pouvoir l'adopter aussi.

Après avoir fait ressortir quelque peu la valeur des variations qui peuvent se produire dans l'accroissement du pin sous l'influence des agents non climatériques, nous allons entreprendre l'étude de l'action que peut exercer sur le pin le climat en particulier.

Tous les pins dont les dimensions sont données sur le Tabl. 1, peuvent être répartis en 3 catégories: 1° Les pins polaires dont la couche annuelle moyenne n'atteint pas une épaisseur d'un mètre après l'âge de 200 ans. Les pins types de cette catégorie conservent $1^{mm}$ d'épaisseur de la couche moyenne jusqu'à l'âge de 150 ans, ne présentant à 200 ans qu'une épaisseur de $0^{mm},70$ à 0,75 de cette couche (les n$^{os}$ 1 à 22). La seconde catégorie renferme les pins dont la couche moyenne à l'âge de 200 ans atteint l'épaisseur de $1^{mm}2$ à 1,5 (n$^{os}$ 45, 46, 58, 59, 60, 61, 62, 67, 68, 69, 70, 71 à 102, 145, 149, 150, 153 à 158). 3° Le pin type de la 3$^{e}$ catégorie est caractérisé par une épaisseur de la couche moyenne de $2^{mm}1$ à 2,3 entre l'âge de 150 et 200 ans. Nous avons sur notre tableau assez peu d'arbres de cette catégorie ayant atteint 200 ans, mais en revanche, la majorité de ceux qui sont moins âgés possèdent une couche moyenne sen-

siblement plus épaisse que le chiffre donné, ce qui concorde avec la supposition d'une couche de $2^{mm}1$ à 2,3, entre l'âge de 150 et 200 ans (Voir les nos 124, 134, 135, 136, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 159, 160, 163, 170, 185, etc. (1).

Ces 3 catégories n'ont certainement rien de tranché et nous trouvons sur le Tabl. I des échantillons formant transition entre ceux de la 1re et la 2e, ainsi qu'entre ceux de la 2e et la 3e. Tels sont, par exemple, les arbres de Pello qui se placent entre les polaires et ceux de la seconde catégorie, tels sont les échantillons de Halle qui se placent entre ceux de la seconde et de la troisième catégorie, etc.

En résumé nous pouvons tracer 3 zones géographiques pour le pin.

1° La zone polaire qui renferme les pins de Kaafiord, Enaré, Ounasyoky, Kemitraesk, Rowaniemi et Pello. Les pins des deux dernières localités forment transition vers ceux de la zone suivante.

2° La zone froide est composée des pins de la partie sud de l'arrondissement de Kemitraesk (n° 45), de Kemi, Arkhangelsk (n° 57), Laukkas, Muldia, Ilomants, Evoïs, Hausjarvi, Mustiala, Géfle, St.-Pétersburg. Les pins de la Transbaïkalie (nos 148 à 158) appartiennent aussi à cette catégorie.

3° La zone tempérée renferme tous les autres numéros de notre tableau.

Voyons à présent s'il n'existe pas d'analogie entre les

(1) Il serait fort commode de pouvoir tracer sur une carte les lignes *d'égal accroissement* pour le pin. On aurait pu constater alors avec la plus grande évidence les rapports qui existent entre les divers climats et ces lignes d'égal accroissement. Le lecteur trouvera à la fin de ce travail un essai de ce genre.

climats des contrées produisant des pins analogues par l'épaisseur de leurs couches annuelles moyennes. Comme c'est surtout la température qui détermine le caractère d'un climat, ce sera elle que nous consulterons principalement. Or les températures moyennes annuelles ne démontrent le plus souvent aucune ressemblance climatérique entre des lieux produisant des arbres d'une seule et même catégorie (Voir les nos 124, 125, 134, 135, 136, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 159 et les nos 172, 173, 174, etc.). Les résultats de nos recherches seront cependant tout autres si, au lieu de comparer les températures annuelles, nous allons comparer celles de l'été. Nous nous serions peut-être rapproché encore plus de la vérité si nous avions pu prendre en considération les températures moyennes du dernier mois de printemps et celles du premier mois d'automne, mais il nous manque pour cela des données, surtout pour la Russie. (1)

Passons à la discussion des climats de chacune de nos régions.

1° La moyenne estivale de la région polaire oscille entre 8°, 10° et même 10°, 5 R.

A Kaafiord elle est de 8° selon Bravais et Martins ; à Enaré, jugeant par Énotekiss, dont la moyenne est connue, elle est de 10° R ; enfin à Ounassjoky, se trouvant un peu plus au Sud, cette moyenne doit atteindre 10° 5. Le passage de l'isotherme estival de 11° R et de l'isotherme de juillet de 10° R. qui s'effectue au Sud d'Ounassjoky ne contredit point la supposition d'une moyenne estivale de 8° à 10°, 5. R. pour cette région. Quant à la

(1) Voyez cependant Dove, Fünftägige Wärmemittel für 109 Stationen. Dans le « Geographisches Jahrbuch von Behm, t. 13. 1866, p. 301.

moyenne de Kaafiord, je ferai remarquer que l'hiver de cette localité, située au bord de la mer, est beaucoup plus doux que celui des localités situées plus au Sud, mais au milieu des continents, et c'est justement à cette circonstance qu'il faut attribuer l'épaisseur relativement assez forte des couches annuelles des pins de cette contrée. La moyenne estivale de Pello est de 10° à 11° selon Bravais et Martins.

En confrontant ce que je viens de dire, la limite Sud de notre région polaire doit passer à peu près d'un degré plus au Nord que l'isotère estivale 11° R. Elle commence donc à l'Est de l'Europe, sous le 60° lat. N. et suit la même ligne jusqu'à la mer Blanche. Au-delà de cette mer, elle passe par le cercle polaire et s'élève en Scandinavie jusqu'au 67° lat. N.

2° La plupart des lieux, situés dans la région froide du pin, sont situés entre l'isotherme estivale de 11° et 13° R. En commençant par l'Est, nous entrons d'abord dans les régions sauvages et presque inconnues qui se trouvent sur les rives du fleuve Vitime, au-delà du grand lac Sibérien (le Baïkal), dont les environs nous ont fourni une intéressante collection dendrologique (1).

Ces contrées sont coupées de montagnes et arrosées de nombreux cours d'eau; l'été y est assez frais, nous pouvons en juger par celui d'Irkoutsk dont la moyenne estivale est de 12° 7′ R. Celle de la localité du gouverne-

(1) Cette collection, composée surtout de mélèzes et de pins cembrons, est due à une personne qui avait passé près de deux ans dans l'une des usines aurifères enfouies au fond des forêts vierges de la Sibérie. Cette personne, dont le nom est mentionné tant de fois sur nos tableaux, a droit à notre sincère reconnaissance pour l'extrême soin qu'elle a mis à former la collection, en l'accompagnant de notes très-précises.

ment de Vologda, qui nous a fourni quelques données, est de 13° 6′ R., à en juger d'après Oustüg dudit gouvernement. La moyenne estivale d'Arkhangelsk est de 11° 2′ R., celle de Géfle est de 12° R. et celle de Saint-Pétersbourg de 12° 7′ R. Les moyennes estivales de Kemi, de Kemitraesk et de Rowanjemy se rapprochent probablement de celle de Pello, qui oscille entre 11° et 12° R.

Il s'ensuit que la différence entre les températures de divers lieux situés dans cette région est la même que pour les localités de la région polaire : aux confins N. de cette région la moyenne estivale est de 11° R., aux confins S. elle est de 13° à 13° 1/2 R. Nous pouvons donc tracer la limite Sud de cette région, en suivant l'isotherme estivale de 13° R. Cette limite commence en Sibérie au-delà du lac Baïkal à peu près sous le 52° lat. N., ce qui d'ailleurs n'est pas exactement établi. Plus loin, elle monte graduellement vers la chaîne de l'Oural, qu'elle traverse sous le 61° lat. N. D'ici elle s'abaisse jusqu'à la ville d'Oustüg, en passant plus loin par les villes de Nowgorod, Pskow et Riga. Ici elle s'incline vers le Sud, passe presque parallèlement aux côtes de la Baltique et aboutit à Königsberg. En Scandinavie, cette limite touche à Stockholm, Christiania et Bergen. — La région froide du pin s'élargit donc considérablement vers l'occident de la Russie d'Europe et embrasse la plus grande partie des forêts de l'Europe, de la Russie et de la Sibérie. Nous voyons ici se produire le même phénomène, que nous avons signalé pour la région polaire : les lieux situés dans la partie occidentale de la zone ayant un climat maritime, jouissent d'étés plus frais que les localités situées plus à l'Est, mais les moyennes de leurs printemps et de leurs automnes, qui sont

plus élevées que celles des contrées orientales, tendent à égaliser les sommes des températures utiles des deux parties opposées de la région ; cela s'exprime aussi par l'égalité d'épaisseur des couches moyennes des pins sur tout le parcours de cette région.

3° Les localités de la région tempérée du pin se trouvent situées entre les isothermes estivales de 13° et 15° R., à savoir :

| | Moyennes printanières | Moyennes estivales | Moyennes automnales |
|---|---|---|---|
| Livonie (environs de Dorpat) | 3° 2 R. | 13° 2 R. | 4° 1 R. |
| Ostrow (gouvt de Pskow) . . | 3° 6 R. | 13° R. | 3° 7 R. |
| Kostroma . . . . . | 1° R. | 14° 5 R. | 2° 9 R. |
| Gouvt de Moscou . . . . . | 2° 7 R. | 14° 6 R. | 3° 8 R. |
| Penza . . . . . | 2° 3 R. | 15° 1 R. | 1° 4 R. |
| Rossieny (gouvt de Kowno) . | 4° 5 R. | 14° 1 R. | 6° R. |
| Méchov (gouvt de Padom) . . | 5° 5 R. | 16° 2 R. | 6° 4 R. |
| Halle . . . . . | 6° 8 R. | 13° 6 R. | 7° 7 R. |
| Hagenau (par analogie avec Strasbourg) . . . . . | 8° R. | 14° 3 R. | 8° R. |

Les lieux dont la température estivale est sensiblement moindre, se distinguent par un printemps et un automne plus chauds. Ainsi à Dorpat et à Ostrow, les températures du printemps et de l'automne se trouvent plus élevées qu'à Kostroma, où l'été est plus chaud ; mais nous aurons des moyennes presque égales pour toutes les trois localités, si nous prenons la somme des trois saisons, notamment : Dorpat — 6° 8′ R., Ostrow, — 6° 7′ R., Kostroma, — 6° 1′ R. — En résumé nous obtenons pour cette région les mêmes résultats que nous avons signalés pour les autres : moins le climat est continental, moins il lui faut de chaleur estivale pour produire des pins d'un diamètre voulu. C'est précisément à cause de ce phénomène que les régions froides et tempérées du pin s'élargissent de plus en plus à mesure

qu'elles s'avancent vers la mer. Nous pouvons donc dire que c'est la température de la période active de la végétation qui régit principalement l'accroissement du pin en diamètre. Les variations du sol et des autres agents non climatériques, ne produisent que des écarts. Ces écarts peuvent, à la vérité, soustraire à la sagacité de l'observateur la véritable marche du phénomène, mais à force de multiplier les observations on peut éviter les erreurs, que je n'ai pas pu d'ailleurs éviter dans ce travail.

L'accumulation des observations pourra peut-être jusqu'à un certain point changer les limites des régions tracées. Peut-être faudra-t-il établir un plus grand nombre de régions; mais je n'ai pas cru pouvoir entrer en de plus longs détails, d'après les données que je possède jusqu'à présent. Je remarquerai cependant que la marche des isothermes nous permet de supposer que l'accroissement du pin en diamètre doit conserver le même caractère, non-seulement à Strasbourg, Kowno, Moscou, etc., mais aussi dans les localités intermédiaires, ainsi que à Perm et même à Tobolsk. Sans nous aventurer plus loin sur le terrain des suppositions, voyons maintenant ce que nous présentent les pins des montagnes sous le rapport de leur accroissement en diamètre. La diminution de la température avec l'altitude suit une marche assez différente dans diverses contrées, et les auteurs donnent des quantités assez variées pour mesure de ce décroissement. Cela démontre clairement qu'il serait presque impossible d'éviter les erreurs, si on comparait les régions montagneuses en général avec celles des plaines. Néanmoins, si nous essayons de déterminer sur les montagnes la situation des régions tracées par nous dans les plaines (adoptant 1° R. de décroissement

pour chaque 800 pieds d'altitude), nous aurons les régions suivantes pour les montagnes de l'Europe tempérée :

1° La région tempérée, dont la température estivale oscille entre 13° et 15° R., s'élève jusqu'à 1,500 pieds au-dessus du niveau de la mer.

2° La région froide, dont la température oscille entre 13° et 11° 5 R., s'élève jusqu'à 3,800 pieds.

3° La région polaire montera jusqu'à 5,600 pieds.

Selon M. Gœppert, le pin croît dans les Alpes Helvétiques jusqu'à 5,500 pieds, ce qui se trouve en concordance avec les données théoriques. En Scandinavie, près de Falwig, sous le 70° lat. N., le pin s'élève, d'après le même auteur, jusqu'à 700 pieds, ce qui coïncide encore une fois avec la théorie. En Silésie, où le pin atteint dans les plaines une épaisseur de $2^{m}$. pour la couche moyenne annuelle, un pin, mesuré par M. Gœppert à la hauteur de 2,800 pieds, n'avait que $0{,}67^{m}/^{m}$, et un autre 0, 61 $^{m}/^{m}$ d'épaisseur pour la couche moyenne. Ceci semble prouver que la zone polaire dans les montagnes de la Silésie descend d'un millier de pieds plus bas que l'on ne pouvait s'y attendre d'après le calcul théorique. Dans le Riesengebirge le *Pinus pumilio*, à la hauteur de 4,000 pieds, présente tous les caractères d'un arbre polaire : l'épaisseur de sa couche moyenne annuelle était de 0, $38^{m}{}^{m}$ à l'âge de 140 ans, et de 0, $29^{m}/^{m}$ à l'âge de 160 ans. A une altitude de 4,700 pieds et même plus, l'épaisseur de la couche moyenne d'un arbre de 80 ans n'était que de 0, $15^{m}/^{m}$.

Les pins des départements de la Moselle et du Bas-Rhin, ayant crû à la hauteur de 1,000 et même de 2,000 pieds (n$^{os}$ 148, 149, 142, 143, 144, 145, 146, 183) ne présentent pas de différence sous le rapport de l'épaisseur

de leurs couches annuelles avec les pins de Hagenau, qui croissent à la faible altitude de 590 pieds. Le pin des Vosges, coupé à la hauteur de 2,132 pieds (n° 183) à l'âge de 68 ans, possède même une très-forte couche annuelle. Celui de Mussigthal (département du Bas-Rhin, n° 148) coupé à l'altitude de 2,000 pieds, conserve à l'âge de 160 ans une épaisseur de 2, $5^{m}/^{m}$ de sa couche moyenne, qui se trouve ainsi plus épaisse que celle d'un pin de 176 ans pris dans une localité voisine, à une faible altitude (182). Ainsi de suite.

Nous devons donc conclure qu'une altitude de 2,000 pieds n'exerce pas d'influence marquée sur l'accroissement du pin en diamètre dans les parties Sud de la région tempérée. Cela coïncide assez bien avec la théorie, car la zone tempérée s'élève selon ce calcul à la hauteur de 1,600 pieds. Une altitude de 300 pieds ne reste cependant pas sans une influence marquée sur l'épaisseur de la couche moyenne annuelle du pin, même dans la partie Sud de la région tempérée. Cela nous paraît d'autant plus remarquable que les pins de notre tableau qui se trouvaient à cette altitude proviennent de localités situées en dehors de la limite Sud de notre zone tempérée. Tels sont les arbres du département de la Lozère (N$^{os}$ 221, 222) et même celui de l'Apennin (n° 233). Le pin du département des Hautes-Alpes (234), qui se trouvait à la hauteur de 7,000 pieds, avait à l'âge de 364 ans une épaisseur de 1, $1^{m}/^{m}$ de la couche moyenne, coïncidant en cela avec l'arbre de Kemi en Finlande (n° 46) sous le 66° lat. N. Il est fort remarquable que les dimensions des 2 arbres en longueur étaient les mêmes. Pour atteindre les dimensions du pin Irlandais, celui des Alpes avait donc dû s'élever jusqu'à la limite des arbres en altitude. Il n'y a donc rien d'étonnant que, selon Bra-

vais et Martins, pour avoir à Strasbourg des pins comme ceux de Géfle en Suède, il faut les cultiver à la hauteur de 2,530 à 3,950 pieds.

Sans tirer des conséquences générales de ces remarques, j'en vais présenter encore

### SUR LES DIMENSIONS DU PIN EN HAUTEUR.

J'ai pu donner dans le Tabl. 1, seulement les dimensions en hauteur de 36 pins normaux. Les plus forts d'entre eux sont ceux du Bas-Rhin (n^os 192 et 193) qui croissaient à l'altitude de 1,968 pieds. L'un d'eux avait 35^m; l'autre 40^m à l'âge de 168 ans. Puis vient le pin d'Evoïs en Finlande (61° 13' l. N.); il n'avait que 31^m à l'âge de 260 ans. Le pin de Silésie (51° l. N.) était de 30^m, 5 à 160 ans. Un autre pin d'Evoïs avait 29^m de hauteur à l'âge de 175 ans. En confrontant ces données, on peut voir que le pin se trouve à même d'atteindre une hauteur à peu près égale en Finlande et en Silésie, dans un laps de temps presque égal. Les pins français (Bas-Rhin) peuvent au contraire atteindre au même âge une hauteur de 35 à 40 mètres.

La distance de 10° de latitude entre la Silésie et la Finlande ne détermine donc qu'une très-faible différence dans les dimensions des pins en hauteur, tandis que plus au Sud l'augmentation des dimensions du pin en hauteur s'effectue avec beaucoup plus de rapidité. Nous ne pouvons ne pas remarquer ici, que la température estivale en Silésie, où M. Gœppert avait mesuré son pin, se rapproche sensiblement de celle des contrées situées aux confins Nord de la zone tempérée, tandis que celle du département du Bas-Rhin en diffère notablement. Le climat, et notamment les températures estivales, ne se-

raient donc pas sans influence sur les dimensions du pin en hauteur.

En comparant les pins finlandais sous le rapport de leurs dimensions en hauteur, j'ai formé la série ci-jointe. J'ai choisi pour cela les plus grands arbres en présumant qu'ils démontraient avec plus d'évidence la force des influences extérieures.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 69° | lat. N..... | 248 ans..... | 13m.65 | en hauteur. |
| 67° 42'..... | | 264 » ..... | 20.20 | — |
| 66° 48'..... | | 220 » ..... | 22.86 | — |
| 62° 30'..... | | 203 » ..... | 26.13 | — |
| 62° 30'..... | | 260 » ..... | 27.90 | — |
| 61° 13'..... | | 260 » ..... | 31.17 | — |
| 60° 48'..... | | 170 » ..... | 27.01 | — |
| 60° 48'..... | | 101 » ..... | 27.61 | — |

En formant cette série, j'ai tâché de choisir des arbres d'un âge à peu près égal. Je n'ai pu, faute de données, atteindre ce but complètement; néanmoins on peut voir que les arbres, en commençant du 62° 31' et jusqu'au 61°, sont à peu près d'égales dimensions. Si en outre nous faisons attention à ce que les arbres qui avaient crû sous le 60° 53 l. N. (nos 71, 72) n'avaient atteint à l'âge de 345 et 322 ans qu'une hauteur de 27m 61 et 27m 90, que par conséquent il ne croissent avec une certaine rapidité qu'à l'âge de 170 et même de 100 ans, nous aurons la certitude que le pin conserve en hauteur les mêmes dimensions entre les 60° et 62° 30' ; entre les 66° 46' et 69°, le pin baisse au contraire sensiblement.

Ces faibles données semblent démontrer néanmoins que la décroissance du pin sylvestre en hauteur s'effectue fort lentement entre les 60° et 67° lat. N., mais qu'elle devient fort sensible à mesure que l'arbre s'avance vers le Nord au-delà du 67° lat. N.

## EPICEA COMMUN (Tableau II).

Selon Hartig, l'Epicea croît assez lentement pendant les premières 10 à 15 années, et ce ne serait que vers la 40e année que l'arbre prendrait toutes ses forces. Dès lors il reçoit une vigueur de croissance plus considérable que tous les autres arbres résineux de nos contrées. Cela coïncide assez bien avec les données de notre tableau ; nous devons donc tâcher, en faisant nos comparaisons, de confronter les échantillons d'un âge à peu près égal.

L'action du sol sur la croissance de l'Epicea en diamètre se voit assez clairement d'après les échantillons de Saint-Pétersbourg, fournis par le professeur Zoboff (nos 23, 24, 25, 26 et 27). Les deux derniers numéros présentent des couches annuelles moyennes deux fois plus minces que celles des nos 23 et 24, ce qui doit dépendre évidemment de la mauvaise qualité et de l'humidité du sol, qui avait nourri les nos 26 et 27. — Le roc nu agit encore plus funestement sur la croissance de l'Epicea, à en juger par les nos 7 et 8, qui nous viennent d'Arkangelsk. Il est donc notoire que, pour se faire une juste idée sur l'action qu'exerce le climat sur la croissance de l'Epicea en diamètre, on doit se garder de confondre les arbres provenant des marécages et des rocailles avec ceux des stations normales.

Revenons maintenant à notre sujet principal, à l'influence du climat sur l'accroissement de l'Epicea en diamètre. Nous remarquerons d'abord que la plupart des arbres de l'Europe occidentale, qui figurent sur nos tableaux, sont des arbres montagnards. Nous les divisons donc en deux catégories : les Epicea des montagnes et ceux des plaines. Parmi les derniers se place cependant

le n° 40 de Sprotau (en Silésie), ainsi que les n°s 1 à 39 inclusivement. Les échantillons transbaïkaliens peut-être auraient dû figurer également parmi ceux des montagnes, mais là-dessus les indications précises nous manquent. L'Epicea doit être considéré comme un arbre appartenant par excellence au nord de l'Europe. En Russie, il ne se rencontre plus au sud du 50° lat. N., et cela seulement sur les confins occidentaux de l'Empire. Plus loin, vers Riazan, la limite de son extension vers le Sud passe par le 50° l. N. Dans l'Occident de l'Europe, au contraire l'Epicea, devenant un arbre montagnard, s'avance jusqu'en Italie et au nord de la péninsule ibérique.

Les cinq premiers numéros de notre tableau, à l'exclusion du numéro 2, se rapportent évidemment à une seule et même catégorie; l'un d'eux, n° 1, vient de la Lapponie finnoise, des confins nord-ouest de la Russie; les autres (numéros 3, 4, 5, et 6) arrivent du fond de la Sibérie orientale. La distance entre les lieux se trouve donc être mesurée par 56 à 74 degrés de longitude. Les cinq échantillons ont cela de commun entre eux, que l'épaisseur de leurs couches moyennes annuelles n'atteint pas un millimètre. Le n° 6 est surtout remarquable, car l'épaisseur de sa couche est moins forte que celle de l'arbre lapponais, bien que le lieu de sa provenance se trouve de 4 degrés plus au Sud.

Nous trouvons en général que les arbres des régions de Touroukhansk (Sibérie orientale) ont des couches d'accroissement plus minces que celles de l'échantillon finnois. Il est évident que le n° 6 avait crû sur un sol fort humide, ou même sur le roc vif, mais je n'ai point d'indications précises là-dessus.

Je ne me crois pas autorisé à tirer des conclusions quelconques sur l'influence du climat sur la croissance

de l'Epicea en Laponie, comparativement aux contrées de Touroukhansk, d'autant plus que nous ne savons presque rien sur la nature du sol et le climat de ces vastes régions. On y a fait des observations météorologiques pendant une année seulement, et encore n'a-t-on pas pu observer durant l'été (1). Nous savons que la ville de Touroukhansk est située sur une île, dont le sol est marécageux (2) et les conditions climatériques autres que celles de la contrée adjacente. Les bords du fleuve Toungouska-Inférieur sont en partie marécageux, en partie élevés et rocailleux, mais en définitive presque inconnus. Tout cela empêche de tirer, d'après 4 échantillons, des conclusions tant soit peu précises sur l'influence du climat sur ces arbres dans une contrée aussi immense. Il paraîtrait, d'après les 4 échantillons, que l'Epicea croît à Touroukhansk encore plus lentement qu'en Laponie ; mais, tout ce que je me permettrais d'affirmer là-dessus, serait qu'il n'y végète pas plus vite. D'après la carte dressée par Dove (3), l'isothère de Juillet (12° R.) passant par le lac Enaré, s'abaisserait presque sur Touroukhansk. En nous guidant éventuellement sur cette ligne, nous trouvons que la région polaire de l'Epicea, correspondant à la même région du pin sylvestre, s'abaisse graduellement sur Touroukhansk, où elle se trouve de 4 degrés plus méridionale qu'en Laponie. Trois des échantillons, dont les dimensions figurent sur le T. II, se trouvent dans mes collections : la minceur de leur couches et la densité de leur bois sont vraiment extraordinaires, surtout celles du n° 6. Quelques-unes

(1) *Middendorf*, op. c. B. I., T. I

(2) *Kriwoschapkin*, L'arrondissement de Ienisseysk (Mémoires de la Soc. Imp. Géogr. de Russie. 1862. T. IV.)

(3) Voir la carte.

des couches présentent cette rare particularité qu'elles sont composées d'un tissu homogène, tandis que les couches annuelles des arbres dicotylédonés se composent de deux tissus fort différents quant à leur densité, — le tissu printanier et le tissu automnal ; ce dernier est composé de cellules à parois plus épaisses et plus allongées dans la direction radiale. J'ai pu observer sous le microscope que les couches homogènes, dont je viens de parler, sont justement composées de bois automnal. Ces couches ont encore cela de particulier, qu'elles sont 2 et 3 fois plus épaisses que les couches ordinaires, ce qui fait présumer que ce ne sont point des couches simples, mais doubles et triples, qui ne peuvent être distinguées, seulement à cause de l'homogénéité de leur tissu.

J'ajouterai que le bois des échantillons de Touroukhansk, par sa qualité, se rapproche excessivement de celui des échantillons laponnais et que, selon toute probabilité, il ne cède en rien aux épiceas renommés de la Bohème et de la Hongrie, employés partout en Europe pour les instruments de musique.

M. Razeburg, dans son dernier ouvrage, fait mention d'une rondelle d'épicea, reçue par lui de la part de M. Gœppert et sciée dans le Böhmerwald, à l'altitude de 3,200 à 4,000 pieds. Cette rondelle n'avait que 20 doigts de diamètre et comportait cependant 420 couches annuelles. Donc, l'épaisseur de sa couche moyenne était à peu près de 0, 6 $^{m}/_{m}$, ce qui concorde avec les échantillons de Touroukhansk. La rondelle du Böhmerwald appartient justement aux bois des tables d'harmonie (Resonnanzbodenholz).

La seconde région de l'Epicea ne se trouve véritablement représentée sur notre tableau que par 2 échantillons

finnois (nos 2 et 11). Tous les deux proviennent d'arbres qui avaient atteint un âge exclusivement avancé pour cette espèce, surtout le n° 11. En prenant en considération le ralentissement de la croissance de l'Epicea, qui devient fort sensible vers la fin du premier siècle, nous pouvons affirmer que les Epicea de la zone tempérée conservent jusqu'à l'âge de 200 ans une épaisseur de 1 m/m pour leur couche annuelle moyenne. Les échantillons d'Arkhangelsk (nos 7, 8, 9 et 10) appartiennent aussi à cette région ; mais ils font exception, car ils proviennent d'arbres dont la croissance avait été ralentie par les mauvaises qualités du sol (1). Cette seconde zone de l'Epicea, la zone froide, commencerait en Finlande, vers le 66° l. N., si nous nous en remettons provisoirement aux deux échantillons du tableau. Il nous est impossible de suivre sa continuation vers l'Est, mais nous ne pensons pas qu'elle puisse s'abaisser beaucoup vers le Sud, jusqu'à la chaîne de l'Oural. Je me permets cette supposition, parce que l'isotherme 11° R., en passant par Torneo et Kemy, ne s'abaisse que pour côtoyer le mer Blanche, en s'élevant de nouveau vers l'Est pour passer au-dessus d'Arkhangelsk, et plus loin jusqu'au monts Oural, qu'elle traverse sous le 65° l. N.

Les 20 numéros (20-40) qui proviennent de contrées situées entre les 61° et 51° lat. N. peuvent être rapportés à une seule et même catégorie, ils forment la troisième zone de l'Epicea, — la zone froide tempérée. L'épaisseur de la couche moyenne des arbres de cette

(1) Ici je dois faire la remarque que ces échantillons avaient été pris exclusivement pour démontrer l'influence d'un sol stérile, notamment du roc vif (nos 7 et 8) et des marécages (nos 9 et 10) sur la croissance de l'arbre. Malheureusement le collecteur n'avait pas pris d'échantillons normaux.

zone comporte 2 m/m jusqu'à l'âge de 150 ans et peut-être jusqu'à celui de 200 ans. Les trois échantillons transbaïkaliens (nos 36, 37 et 38) présentent une exception, qui provient de ce que les arbres qui les ont fournis avaient végété dans un sol humide et sablonneux impropre à l'Epicea. L'influence funeste d'un mauvais sol se montre du reste avec beaucoup plus de force sur les arbres d'Arkhangelsk, que sur ceux de la Transbaïkalie. Ces derniers se rapprochent fort des nos 26 et 27 de St-Pétersbourg, qui avaient à peu près le même sol. Nous nous trouvons donc autorisé à admettre que les Epiceas normaux des régions transbaïkaliennes (qui nous fournirent nos échantillons) doivent avoir les mêmes dimensions que les arbres de St-Pétersbourg. Les zones de l'Epicea ne sont indiquées ici que provisoirement, car les observations que j'ai pu rassembler sont trop peu nombreuses ; — je remarquerai cependant que la zone tempérée de cet arbre s'avance, selon les données du tableau, plus au Nord que la même zone du pin sylvestre, ce qui correspond à la nature robuste ou plutôt plus *boréale* de l'Epicea.

Occupons-nous maintenant des arbres montagnards.

En comparant d'abord les Epiceas de la Bohême (50° lat. N.) avec ceux de la Silésie (nos 40-59), nous trouvons ce qu'il suit : Les arbres de Toeschen ont généralement une couche moyenne qui n'atteint pas 2 m/m. Il n'y en a qu'un seul dans toute la série qui présente une couche de 2m/m 3 d'épaisseur. En prenant la moyenne des 12 observations, nous avons pour l'épaisseur des arbres de Toeschen 1m/m 5. Cette épaisseur se trouve être d'un 1/4 plus mince que celle de la couche moyenne des Epiceas de la zone tempérée des plaines. Les arbres de Toeschen ayant crû à une altitude de

1,331 pieds, nous concluons qu'une pareille altitude, sous le 50° lat. N., diminue d'un quart l'épaisseur de la couche moyenne de l'Epicea.

Les arbres de Spiegelberg (n° 41, 42, 43), qui se trouvaient à une altitude de 2,824 pieds, ont une épaisseur de la couche moyenne qui oscille, évidemment sous l'influence du sol, entre 0, 3 m/m et 0, 7 m/m. En prenant 0, 5 m/m comme épaisseur moyenne de la couche de ces arbres, nous trouvons qu'elle a diminué de trois quarts en comparaison avec les arbres de la plaine et d'un tiers en comparaison avec ceux de Toeschen. L'Epicea de Böhmerwald (n° 46), provenant d'une altitude de 3, 500 pieds, malgré sa vétusté, conserve une épaisseur de 0, 6 m/m de sa couche; elle se rapproche donc de l'échantillon de Spiegelberg n° 42. L'Epicea suisse (n° 82), venant d'une altitude de 5,000 pieds, est dans le même cas.

Enfin les arbres de Riesengebirge (n°s 44,45), provenant d'une altitude entre 4,700 et 4,900 pieds, présentent des couches moyennes d'une épaisseur de 0,1 m/m à 0,2 m/m, dernier degré de décroissance observé jusqu'ici.

En confrontant les diverses altitudes et les épaisseurs des couches moyennes des arbres de notre tableau, qui proviennent de ces altitudes, nous avons le petit tableau qui suit :

| Altitude | | Epaisseur de la couche moyenne |
|---|---|---|
| 1,331 pieds | 1, 3 m/m | |
| 2,824 3,300. | 3 m/m 0, 6 m/m | |
| 4,700 4,900 | 0, 1 m/m 0, 2 m/m | |

Ces chiffres nous permettent de juger approximativement de la décroissance de la couche moyenne de l'Epicea, par chaque 2,000 pieds d'élévation. Le petit nombre de données ne peut certainement pas nous garantir des erreurs; je ferai cependant la remarque que,

d'après les données ici présentées, la décroissance de la couche s'effectue avec plus de vitesse dans les hautes régions des montagnes, ce qui signifie que, pour une décroissance donnée, il faut une moindre quantité de pieds en altitude dans les régions fort élevées, que dans les régions moyennes et les basses. Cela présente une analogie marquée avec ce qui se voit pour les Épiceas des plaines dans le Nord de l'Europe, car la région tempérée étant fort large, la région froide et surtout la polaire sont étroites.

Les Epiceas de France, provenant d'altitudes même plus considérables que ceux de Bohême, d'une altitude de 2,000 pieds et plus (nos 61, 62, 74, 78) entre les 47° et 49° lat. N., ne présentent pas de décroissance marquée en comparaison avec les couches des arbres de la plaine ; leurs couches sont mêmes un peu plus fortes et ne peuvent être comparées qu'avec celles des arbres de Moskwa (nos. 29 à 35), de Pskow (no. 28) etc. Une altitude de 3,000 pieds commence à agir plus fortement, de sorte qu'à l'altitude de 3,600 pieds, la couche moyenne de l'Epicea, en France, peut avoir la même épaisseur que les arbres de Toeschen présentent à la hauteur de 1,330 pieds (voir les nos 63, 69, 70, 71, 72, 73, 75). En Savoie, la couche moyenne de l'Epicea conserve encore, à l'altitude de 4,000 pieds et même de 5,576, l'épaisseur dont cette couche jouit dans les arbres de la plaine (nos 79, 80, 81). Il est donc vrai de dire que la décroissance de la couche moyenne de l'Epicea sous l'influence de l'altitude se rallentit à mesure que l'on s'avance vers le Sud-Ouest de l'Europe.

Comparons maintenant les données que nous avons sur la longueur des troncs de l'Epicea des diverses contrées. Nous ferons remarquer d'abord que l'influence

funeste d'un sol aride ou marécageux se traduit très-sensiblement sur la croissance de l'Epicea en hauteur. Les arbres rabougris, mesurés sur le roc vif ou dans les marécages d'Arkhangelsk (n^os. 7, 8, 9, 10) s'élevaient tout au plus à la double hauteur de la taille humaine; il y en a un (n° 7) qui à l'âge de 75 ans n'avait pas même atteint à la hauteur de l'homme. La même chose, quoique avec moins d'évidence, se voit sur les arbres de la Transbaïkalie.

Quant à l'influence du climat, il n'y a qu'à jeter un regard sur le petit tableau ci-dessous, pour s'assurer que l'Epicea décroit en longueur assez faiblement jusqu'au 61° degré lat. N., mais que cette décroissance s'effectue au contraire avec une certaine rapidité vers les régions polaires.

| | | Age. | Longueur du tronc en mètres. | |
|---|---|---|---|---|
| 68° 30 | (n°. 1).... | 190 | ..... | 5.34 |
| 66° 15 | (n°. 2.... | 220 | ..... | 25.53 |
| 62° 13 | (n°. 11)... | 275 | ..... | 21.57 |
| 61° 13 | (n°. 12)... | 160 | ..... | 42 |
| id. | (n°. 13)... | 152 | ..... | 30 |
| id. | (n°. 14)... | 149 | ..... | 34 |
| id. | (n°. 15)... | 110 | ..... | 33 |
| 60° 53 | (n°. 16)... | 189 | ..... | 36 |
| id. | (n°. 17... | 148 | ..... | 36 |
| 60° 48 | (n°. 18)... | 146 | ..... | 30 |
| id. | (n°. 19... | 120 | ..... | 29 |
| 47° | (n°. 37)... | 134 | ..... | 40.5 |
| id. | (n°. 38... | 142 | ..... | 44 (1331 p. d'alt.) |
| 46° | (n°. 79)... | 220 | ..... | 33 (4923 p. d'alt.) |
| id. | (n°. 80)... | 340 | ..... | 45 (3576 p. d'alt.) |

Il paraît même que dans le midi de l'Europe, l'altitude n'exerce point ou peu d'influence sur la hauteur des troncs, ce qui n'est pas le cas avec les arbres de l'Europe centrale: car le n° 43 par exemple, qui vient de

Silésie, n'avait que 7, 6$^{m}/^{m}$ de longueur et se rapprochait excessivement de l'arbre laponais (n° 1). La ressemblance entre ces deux arbres se traduit même dans l'épaisseur de la couche moyenne, qui est de 0, 52$^{m}/^{m}$ pour l'arbre de Silésie et de 0, 53$^{m}/^{m}$ pour celui de la Laponie finnoise. Il importe cependant de remarquer que le premier n'avait que 130 ans, tandis que le second en avait déjà 190.

Quant à la densité du bois de l'Epicea, nous remarquerons que d'après le catalogue français, si souvent cité par nous, cette densité étant fort variable, même pour des arbres d'une localité donnée et d'un âge à peu près égal, il est très-difficile de juger de l'influence qu'exerce le climat sur cette qualité de bois. Nous croyons cependant que les arbres à croissance lente et à couches fines ont généralement une densité plus forte que ceux dont les couches sont larges, par suite d'une croissance rapide. Cela se trouve confirmé par plusieurs des chiffres du susdit catalogue. Pour décider la question, il faudra néanmoins rassembler des observations plus précises que celles que nous avons pu employer jusqu'à présent.

Aux deux tableaux que nous donnons pour le Pin et l'Epicea, nous ajoutons encore 48 observations sur le Mélèze et 19 sur le Pin cembron, consignées par nous dans les tableaux III et IV. Quant aux observations et aux commentaires sur ces données, nous nous proposons de les présenter au lecteur plus tard, lorsque nous pourrons nous appuyer sur des observations plus nombreuses.

Avant de terminer, il ne sera peut-être pas superflu d'exposer quelques considérations générales, en jetant un regard rétrospectif sur les faits que je me suis efforcé de confronter et de coordonner, d'après un certain point de vue.

Le tracé des zones polaires, froides et tempérées, pour le Pin et l'Epicea, doit être considéré comme le plus court moyen d'énoncer le résultat principal que j'ai cru pouvoir tirer des observations recueillies. Malgré l'influence très-prononcée qu'exercent sur la croissance des arbres les circonstances non climatériques, il m'a paru possible de démêler l'action du climat et de démontrer qu'il existe une certaine coïncidence entre les températures estivales de diverses contrées et l'accroissement du Pin et de l'Epicea.

Les trois zones admises par moi pour le Pin et l'Epicea ont cela de commun, que l'une d'elles — la polaire, s'élargit de l'Ouest à l'Est, et les deux autres de l'Est à l'Ouest. Ceci étant vrai pour l'Europe, nous ne pouvons l'affirmer encore avec certitude pour la Sibérie, car les observations que nous avons pu rassembler à l'égard de cet immense pays ne sont pas suffisamment nombreuses.

L'influence du climat sur les arbres se traduit par le ralentissement de leur croissance autant en diamètre qu'en hauteur, à mesure de leur avancement vers le Nord. — Ce ralentissement n'a pu être évalué qu'approximativement de zone en zone, mais outre cela nous croyons pouvoir tirer de ce mémoire les conséquences suivantes.

1° Le diamètre des arbres étudiés, ainsi que l'épaisseur de leurs couches moyennes, augmente de l'Ouest à l'Est approximativement entre les 45° et 64° long. N. E. en suivant d'ailleurs un seul et même degré de latitude.

2° Le contraire s'observe entre le 64° lat. N. et la limite polaire de la végétation forestière.

Il en résulte que la limite entre ces deux variations du diamètre des arbres en sens opposé, passe en Scandinavie et en Russie. Donc le climat continental déter-

mine au Sud du 64° lat. N. un accroissement plus actif du pin et de l'Epicea en diamètre : le contraire arrive dans les contrées situées au nord du 64° lat. N., quoique à un moindre degré.

3° Comme la densité du bois diminue avec l'épaississement des couches, et vice-versa, nous pensons que, pour le pin et l'Epicea, la densité du bois augmente non seulement du Sud au Nord, mais aussi de l'Est à l'Ouest entre les 64° et 45° lat. N., et vice versa entre le 64° lat. N. et la limite polaire de la végétation forestière.

4° Une couche moyenne d'un millimètre approximativement, à l'âge de 100 à 120 ans, est reconnue pour apanage du meilleur bois de construction, et correspond à une densité considérable mais non extrême, réunie à une élasticité particulière ; c'est donc dans la zone froide que l'on doit chercher les meilleurs pins et épiceas de construction. Les arbres polaires ont une trop forte densité qui nuit à l'élasticité de leur bois, ceux de la zone tempérée manquent au contraire de densité et d'élasticité, en devenant parfois même spongieux.

La zone froide du pin et de l'Epicea est située, dans divers pays montagneux, à une hauteur bien différente ; plus on s'avance vers le Sud, plus elle s'élève, en disparaissant complètement sur les chaînes qui ne s'élèvent pas au-delà de 1500 à 2000 et même à 3,000 pieds. Elle doit donc renfermer une étendue de pays très-peu considérable en comparaison de ce qu'elle renferme dans les plaines immenses du nord de l'Europe et de la Sibérie. D'ailleurs les pins et les Epiceas des montagnes, venus à des altitudes trop considérables, n'ont pas cette homogénéité du bois et cette égalité de venue, que possèdent en général les arbres des plaines du nord.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamètre en millim. | Age de l'arbre. | Epaissr de la couche moyenne. | Longueur du tronc en mètres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | KAAFIORD (Norwége). | | | | | | |
| 1 | 69° 57' | 40° 51' | 144.7 | 103 | 1.4 | | |
| 2 | — | — | 128.6 | 170 | 0.7 | | |
| 3 | — | — | 137.1 | 183 | 0.8 | | |
| 4 | — | — | 187.4 | 196 | 0.9 | | |
| 5 | — | — | 129.8 | 200 | 0.64 | | |
| 6 | — | — | 124.5 | 200 | 0 62 | | |
| 7 | — | — | 224 | 209 | 1 | | |
| 8 | — | — | 168 | 208 | 0.8 | | |
| 9 | — | — | 131.5 | 213 | 0.57 | | |
| 10 | — | — | 142 | 215 | 0.66 | | |
| 11 | — | — | 162.5 | 219 | 0.73 | | |
| 12 | — | — | 176 | 226 | 0.7 | | |
| 13 | — | — | 153 | 229 | 0.66 | | |
| 14 | — | — | 228 | 231 | 0.98 | | |
| 15 | — | — | 138.5 | 258 | 0.53 | | |
| 16 | — | — | 199 | 285 | 0.69 | | |
| 17 | — | — | 158.7 | 300 | 0.52 | | |
| 18 | — | — | 196.2 | 321 | 0.61 | | |
| 19 | — | — | 260.3 | 350 | 0.74 | | |
| 20 | — | — | 138 | 378 | 0.33 | | |
| | ENARÉ (Finlande). | | | | | | |
| 21 | 69° | 44° 51' | 165 | 248 | 0.67 | 13.65 | |
| | OUNASSJOKY (Finlande) | | | | | | |
| 22 | 67° 48' | 43° 7' | 210 | 264 | 0.78 | 20.20 | |
| | KEMITRAESK (Finlande) | | | | | | |
| 23 | 67° 15' | 47° | 335 | 365 | 0.91 | 20.18 | D'après le catalogue finlandais. |
| | ROWANIEMI (Finlande) | | | | | | |
| 24 | 67° 5' | 43° 15' | 265 | 360 | 0.72 | 10.20 | |
| | PELLO (Suède). | | | | | | |
| 25 | 66° 48' | 41° 50' | 101 5 | 90 | 1.1 | | |
| 26 | — | — | 144 | 100 | 1 4 | | |
| 27 | — | — | 157 | 141 | 1.1 | | |
| 28 | — | — | 161 | 144 | 1.1 | | |
| 29 | — | — | 164 | 144 | 1.1 | | |
| 30 | — | — | 165 | 148 | 1.1 | | |
| 31 | — | — | 137 | 149 | 0.91 | | D'après Bravais et Martins. |

D'après Bravais et Martins.

N° 21. Section $0^m$ 88 du sol. — N° 22. Section $0^m$ 59 du sol. — N° 23. Section $3^m$ 56 du sol. — N° 24. Section $1^m$ 18 du sol.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamètre en millim. | Age de l'arbre. | Epaiss. de la couche moyenne. | Longueur du tronc en mètres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PELLO (Suède). | | | | | | |
| 32 | 66° 48' | 41° 50' | 132 | 149 | 0.89 | | |
| 33 | — | — | 135 | 151 | 0.88 | | |
| 34 | — | — | 158 | 151 | 1 | | |
| 35 | — | — | 147 | 153 | 0.96 | | |
| 36 | — | — | 162 | 155 | 1 | | |
| 37 | — | — | 127 | 157 | 0.8 | | |
| 38 | — | — | 141 | 159 | 0.88 | | |
| 39 | — | — | 143 | 166 | 0.81 | | |
| 40 | — | — | 134 | 170 | 0.79 | | |
| 41 | — | — | 157 | 179 | 0.82 | | |
| 42 | — | — | 143 | 190 | 0.7 | | |
| 43 | — | — | 162 | 200 | 0.8 | | |
| 44 | — | — | 201 | 240 | 0.88 | | |
| | KEMITRAESK (Finlande) | | | | | | |
| 45 | 66° 46' | 45° 30' | 380 | 220 | 1.7 | 28m 86 | D'après le catalogue finlandais. |
| | KEMI (Finlande). | | | | | | |
| 46 | 66° 25' | 43° 30' | 370 | 320 | 1.1 | 26.42 | |
| | ROUKKA-VARA (Finl.). | | | | | | |
| 47 | 66° 15' | ? | 35 | 98 | 0.34 | 2.743 | D'après Middendorf. |
| | ROUSSAMO riv. (Finl.). | | | | | | |
| 48 | 66° | ? | 50 | 102 | 0.45 | | |
| 49 | — | — | 40 | 72 | 0.55 | | |
| 50 | — | — | 72 | 182 | 0.39 | | |
| | PODOUJIMJE (Gt Arkangel) | | | | | | |
| 51 | 65° | 52° | | 73? | | 13.60 | Békétoff. |
| 52 | — | — | 110 | 222 | 0.45 | 8.80 | |
| 53 | — | — | 22.5 | 92 | 0.24 | 6.62 | |
| 54 | — | — | 52 | 170? | 0.3 | 6.62 | |
| | SSOUMSKOY (id.). | | | | | | |
| 55 | 64° 40' | 53° | 40 | 120? | 0.33 | 2.133 | |

N° 45. Section 0m 59 du sol. — 46. Section 1m 20 du sol. — 47. Tronc rabougri, ayant crû sur le faîte d'une montagne : il n'avait que 1m 219 d'élévation au-dessus du sol. — 51. Sur le faîte d'une élévation, sol humeux, sous-sol gneisseux. — 52. id., sol et sous-sol pierreux, couvert de lichens. — 53 à 57. Sphagnetum, couvert d'un bois clair-semé.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamètre en millim. | Age de l'arbre. | Epaisseur de la couche moyenne | Longueur du tronc en mètres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ssoumskoy (Gt Arkangel.) | | | | | | |
| 56 | 64° 40' | 53° | 28 | 100? | 0.28 | 2.133 | Békétoff. |
| 57 | — | — | 42 | 135 | 0.31 | 2.133 | |
| | Bord du fleuve Onega. | | | | | | |
| 57 bis | 63° 45' | 56° | 302 | 127 | 2.3 | ? | |
| | Laukkass (Finlande). | | | | | | |
| 58 | 62° 30' | 43° 30' | 325 | 205 | 1.5 | 23.75 | |
| | Muldia (Finlande). | | | | | | |
| 59 | 62° 30' | 42° 45' | 290 | 205 | 1.4 | 26.13 | D'après le catalogue finlandais. |
| | Illomants (Finlande) | | | | | | |
| 60 | 62° 30' | 49° | 380 | 350 | 1 | 26.13 | |
| 61 | — | — | 245 | 260 | 0.94 | 27.9 | |
| | Lac Ladoga (côte nord) | | | | | | |
| 62 | 61° 45' | ? | 360 | 413 | 0.87 | | |
| 63 | — | — | 124 | 194 | 0.64 | | |
| 64 | — | — | 170 | 157 | 1 | | D'après Middendorf. |
| 65 | — | — | 150 | 141 | 1 | | |
| 66 | — | — | 160 | 70 | 2.2 | | |
| | Evois (Finlande). | | | | | | |
| 67 | 61° 13' | 42° 43' | 375 | 285 | 1.3 | 29.98 | |
| 68 | — | — | 370 | 260 | 1.4 | 31.17 | |
| 69 | — | — | 250 | 175 | 1.4 | 28.79 | |
| | Hausjarvi (Finlande). | | | | | | |
| 70 | 60° 48' | 42° 45' | 245 | 170 | 1.4 | 27 | D'après le catalogue finlandais. |
| | Mustiala (Finlande). | | | | | | |
| 71 | 60° 53' | 43° 30' | 330 | 345 | 0.95 | 27.61 | |
| 72 | — | — | 295 | 322 | 0.93 | 27.90 | |
| 73 | — | — | 205 | 170 | 1.2 | 24.64 | |
| 74 | — | — | 200 | 101 | 1.9 | 27.61 | |
| 75 | — | — | 317 | 518 | 0.6 | 22.6 | |
| | Gefle (Suède). | | | | | | |
| 76 | 60° 40' | 35° | 250 | 117 | 2 | | D'après Bravais et Martins. |
| 77 | — | — | 165 | 117 | 1.4 | | |
| 78 | — | — | 200 | 138 | 1.3 | | |

N° 57 bis. Sol humeux, sous-sol sablonneux. — 58 et 59. Section 0m 39 du sol. — 67 à 75. Section 1m 48 du sol.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamètre en millim. | Age de l'arbre. | Epaisseur de la couche moyenne. | Longueur du tronc en mètres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | GEFLE (Suède). | | | | | | |
| 79 | 60° 40' | 35° | 230 | 138 | 1.6 | | D'après Bravais et Martins. |
| 80 | — | — | 265 | 141 | 1.8 | | |
| 81 | — | — | 287.6 | 142 | 2.2 | | |
| 82 | — | — | 245.7 | 158 | 1.4 | | |
| 83 | — | — | 300 | 171 | 1.7 | | |
| 84 | — | — | 274 | 172 | 1.5 | | |
| 85 | — | — | 284 | 174 | 1.6 | | |
| 86 | — | — | 228 | 179 | 1.2 | | |
| 87 | — | — | 291 | 182 | 1.6 | | |
| 88 | — | — | 231 | 184 | 1.1 | | |
| 89 | — | — | 260 | 190 | 1.5 | | |
| 90 | — | — | 275.8 | 194 | 1.4 | | |
| 91 | — | — | 376 | 196 | 1.9 | | |
| 92 | — | — | 272 | 197 | 1.3 | | |
| 93 | — | — | 225 | 205 | 1.1 | | |
| 94 | — | — | 290 | 211 | 1.3 | | |
| 95 | — | — | 216.3 | 254 | 0.85 | | |
| 96 | — | — | 277 | 256 | 1 | | |
| 97 | — | — | 280 | 258 | 1 | | |
| 98 | — | — | 266.5 | 264 | 1 | | |
| 99 | — | — | 280 | 292 | 0.95 | | |
| 100 | — | — | 232 | 314 | 0.73 | | |
| 101 | — | — | 310 | 373 | 0.83 | | |
| 102 | — | — | 315 | 436 | 0.7 | | |
| | St-PÉTERSBOURG. | | | | | | |
| 103 | 60° | 48° | 43 | 81 | 0.53 | | D'après Middendorf. |
| 104 | — | — | 12 | 24 | 0.5 | | |
| 105 | — | — | 15 | 40 | 0.37 | | |
| 106 | — | — | 25 | 53 | 0.47 | | |
| | LISSINO (ps St-Pétersb.) | | | | | | |
| 107 | 60° | 48° | 77 | 45 | 1.7 | | Béketoff. d'après une collection formée par M. le professeur Zoboff. |
| 108 | — | — | 58 | 45 | 1.3 | | |
| 109 | — | — | 160 | 113 | 1.41 | 21.3 | |
| 110 | — | — | 63 | 16 | 4 | 11.3 | |
| 111 | — | — | 31 | 18 | 1.7 | 8.2 | |

Nos 103 et 104. Sphagnetum ; les racines de ces deux arbres n'atteignaient pas le sous-sol.—105 et 106. Trouvés dans un marais, à la profondeur d'un pied. — 109. Bois non touffu, sol argileux, sec ; arbre de 120 ans. — 110 et 111. Bois touffu, sol subargileux, mou.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamètre en millim. | Age de l'arbre. | Epaiss$^{r}$ de la couche moyenne | Longueur du tronc en mètres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | LISSINO (près St-Pétersbourg). | | | | | | |
| 112 | 60° | 48° | 100 | 90 | 1.1 | | Békétoff, d'après une colln de M. le prof$^{r}$ Zoboff. |
| 113 | — | — | 60 | 34 | 1.5 | | |
| 115 | — | — | 151 | 108 | 1.4 | 2.5 | |
| | VOLOGDA (Gouvern$^{t}$). | | | | | | |
| 116 | 60° ? | 64° ? | 203 | 139 | 1.2 | | D'après Bode. |
| 117 | — | — | 266 | 128 | 2 | | |
| 118 | — | — | 279 | 2 9 | 1 | | |
| | ESTHONIE. | | | | | | |
| 119 | 59° 15' | ? | 8 | 33 | 0.26 | | D'après Middendorf. |
| 120 | — | — | 6 | 41 | 0.14 | | |
| 121 | — | — | 6 | 32 | 0.15 | | |
| 122 | — | — | 2 | 21 | 0.09 | | |
| 123 | — | — | 1 | 17 | 0.23 | | |
| | KOSTROMA (Gouvern$^{t}$). | | | | | | |
| 124 | 58° 50' | ? | 355 | 136 / 140 | 2.6-2.5 | | D'après Bode. |
| | LIVONIE. | | | | | | |
| 125 | 58° 45' | ? | 240 | 97 | 2.4 | | D'après Middendorf. |
| 126 | — | — | 160 | 221 | 0.72 | | |
| 127 | — | — | 27 | 29 | 0.93 | 2.43 | |
| 128 | — | — | 20 | 14 | 1.4 | 1.97 | |
| 129 | — | — | 16 | 45 | 0.35 | 0.9 | |
| 130 | — | — | 10 | 23 | 0.46 | 0.6 | |
| | OB et IRTISCH (Rives des fleuves). | | | | | | |
| 131 | 60° ? | ? | 237 | ? | ? | | Mlle Fédorowitsch. |
| 132 | — | — | 437 | ? | ? | | |
| 133 | — | — | 466 | ? | ? | | |

N° 112. Arbre de 93 ans, crû d'abord au milieu d'une forêt qui fut incendiée ensuite. — 113. Marais tourbeux, desséché par la suite. — 115. Sol humide, subargileux avec humus, bois assez touffu. — 116 à 118. Latitude et longitude approximatives. — 119 à 123. Sphagnetum. — 124. Résultat de plusieurs observations. — 125. Alluvion avec beaucoup de chaux et de marne. — 126. Argile humide. — 127 à 130. Marécage élevé. — 131 à 133. 1$^{m}$ du sol.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamètre en millim. | Age de l'arbre. | Epaisseur de la couche moyenne. | Longueur du tronc en mètres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pskoff (Gouvernemt). | | | | | | |
| 134 | 57° 45' | 46° | 213 | 66 | 3.2 | | Béketoff. |
| 135 | — | — | 169 | 63 | 2.6 | | |
| 136 | — | — | 230 | 56 | 4.1 | | |
| | Atschinsk (Sibérie). | | | | | | |
| 137 | 56° | ? | 615 | ? | ? | | Mlle Fédorowitsch. |
| 138 | — | — | 615 | ? | ? | | |
| 139 | — | — | 645 | ? | ? | | |
| 140 | — | — | 496 | ? | ? | | |
| | Kovno (Gouvt) | | | | | | |
| 141 | 55° 45' | 42° | 112 | 38 | 2.9 | | |
| | Moscou (Gouvt). | | | | | | |
| 142 | 55° 45' | 55° | 234 | 44 | 5.3 | | Béketoff. |
| 143 | — | — | 212 | 40 | 5.3 | | |
| 144 | — | — | 197 | 68 | 2.9 | | |
| 145 | — | — | 171 | 40 | 4.5 | | |
| 146 | — | — | 135 | 30 | 4.5 | | |
| 147 | — | — | 215 | 44 | 4.8 | | |
| | Bassin du fl. Witim (Sibérie transbaïcal.) près d'une source sulf. | | | | | | |
| 148 | 54° 30'? | 128°? | 137 | 90 | 1.5 | 8.6 | Béketoff, collection formée par Mlle Fédorowitsch. |
| 149 | — | — | 146 | 150 | 0.97 | 16.4 | |
| 150 | — | — | 101 | 129 | 0.8 | 12 | |
| | Id., bords de la source | | | | | | |
| 151 | 54° 30? | 128°? | 27 | 14 | 0.9 | | |
| 152 | — | — | 35? | 93 | » | | |

N° 134. Sol argileux, sec, recouvert d'humus. — 135. Même bois, sol humide, mais non marécageux. — 136. Sol sablonneux, sec, à la lizière du même bois. — 137 à 140. 1m du sol. — 141. Sol sablonneux. — 142. Sol argileux, sec ; tronc coupé à la racine. — 143. id., id., bois clair. — 144 et 145. Sol plus humide, bois touffu. — 146 et 147. Sol argileux. — 148. Crû à part ; sol sablonneux au bord d'une rivière. — 149 et 150. Bois touffu ; sol sablonneux. — 151. Sur le bord sablonneux de la source. — 152. id.; tronc fort défectueux, à section ovale et festonnée.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamètre en millim. | Age de l'arbre. | Epaissr de la couche moyenne. | Longueur du tronc en mètres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | GREMNAY (b. de la riv.) Bassin du fl. Witim. | | | | | | |
| 153 | 54° 30' ? | 128° ? | 106 | 128 | 0.9 | 14.22 | Békétoff. collection formée par Mlle Fédorowitch. |
| 154 | — | — | 123 | 127 | 0.98 | 5.64 | |
| 155 | — | — | 140 | 131 | 1 | 14.93 | |
| | Id. BARGOUSINE. | | | | | | |
| 156 | 54° 30' ? | 128° ? | 162 | 149 | 1 | 14.22 | |
| 157 | — | — | 177 | 147 | 1.2 | 23.46 | |
| 158 | — | — | 175 | 165 | 1 | 22.75 | |
| | PENZA (Gouvernement) | | | | | | |
| 159 | 53° | 62° | 335 | 78 | 4.3 | | Bode. |
| | SSARATOFF (Gouvernt). | | | | | | |
| 160 | 52° 15° | 62° | 185 | 112 | 1.7 | | Békétoff. |
| 161 | — | — | 240 | 114 | 2.1 | | |
| 162 | — | — | 235 | 110 | 2.1 | | |
| 163 | — | — | 235 | 117 | 2 | | |
| | SILÉSIE. | | | | | | |
| 164 | 51° 35' ? | 33° ? | 330 | 160 | 2 | 30.5 | |
| | HEUSCHEUER (Silésie). | | | | | | |
| 165 | 50° ? | 34° ? | 63 | 92 | 0.67 | | D'après Goeppert. |
| 166 | — | — | 76.5 | 117 | 0.65 | | |
| | RIESENGEBIRGE. | | | | | | |
| 167 | 50° 40' ? | 33°-34° | 44 | 140 | 0.38 | | |
| | Id. un autre lieu. | | | | | | |
| 168 | 50° 40' ? | 33°-34° | 37.6 | 160 | 0.29 | | |
| 169 | — | — | 12.5 | 80 | 0.15 | | |
| | GALLICIE. | | | | | | |
| 170 | 51° 49' ? | ? | 290 | 88 | 3.2 | 26.54 | Békétoff. |

Nos 153 à 155. Bois touffu, sur une colline. — 159. Humus (tschernozem) sablonneux. — 160 et 161. Sol sablonneux, sec et élevé. — 162. Sol argilo-sablonneux, humide mais non marécageux. — 163. Lieux humides. — 165 et 166. 2,800 pieds d'altitude. — 167. 4,000 pieds d'altitude (P. pumilio). — 169. 4,700 pieds d'altitude. — 170. Échantillon de l'Exposition universelle, 1867.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamétre en millim. | Age de l'arbre. | Epaissr de la couche moyenne. | Longueur du tronc en métres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tetschen (Bohême). | | | | | | |
| 171 | 50° 48' | 32° | 330 | 283 | 1.1 | 26 54 | Békétoff |
| | Halle (Prusse). | | | | | | |
| 172 | 51° 30' | 29° 50' | 86 | 53 | 1.6 | | D'après Bravais et Martins. |
| 173 | — | — | 125 | 57 | 2.2 | | |
| 174 | — | — | 135 | 60 | 2.2 | | |
| 175 | — | — | 190 | 66 | 2.8 | | |
| 176 | — | — | 130 | 70 | 1.8 | | |
| 177 | — | — | 155 | 72 | 2.1 | | |
| 178 | — | — | 185 | 83 | 2.2 | | |
| 179 | — | — | 123 | 84 | 1.4 | | |
| 180 | — | — | 200 | 86 | 2.3 | | |
| 181 | — | — | 135 | 88 | 1.5 | | |
| 182 | — | — | 180 | 88 | 2 | | |
| 183 | — | — | 213 | 92 | 2.3 | | |
| 184 | — | — | 202 | 108 | 1.8 | | |
| | Gnt Radom (Pologne). | | | | | | |
| 185 | 50° 10' | 37° 30' | 100 | 35 | 2.8 | | Békétoff |
| | Sturzelbron forêt domanle (Moselle) | | | | | | |
| 186 | 49° 30 ? | ? | 296 | 110 | 2.8 | | D'après le catalogue français de l'Exposition universelle 1867. |
| | Hanau (forêt d. de) id. | | | | | | |
| 187 | 49° 30' | ? | 235 | 130 | 1.8 | | |
| | Haspelscheidt (ft d.). | | | | | | |
| 188 | 49° 30' ? | ? | 418 | 60 | 6.9 | | |
| | Waldeck (forêt d. de) | | | | | | |
| 189 | 49° 30' ? | ? | 250 | 60 | 4.1 | | |
| 190 | — | — | 445 | 62 | 3.9 | | |
| | Paris (bs de Boulogne) | | | | | | |
| 191 | 48° 50' | 20° | 12 | 11 | 0.9 | | Békétoff |

N° 171. Argile sablonneuse, 1,466 p. d'altitude ; échantillon de l'Exposition universelle 1867. — 185. Sol sablonneux, sec. — 186. Grès vosgien, 1,312 p. d'altitude. — 187. id., 984 p. d'altit. 188. id., id.; mauvais bois. — 189. id., 1,148 pieds d'altit. — 190, id., id.; mauvais bois. — 191. Sol dur, humide.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamètre en millim. | Age de l'arbre. | Epaissr de la couche moyenne. | Longueur du tronc en mètres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mussigthal (Bas-Rhin) | | | | | | D'après le catalogue français. |
| 192 | 48° 30' | ? | 416 | 160 | 2.5 | 35 | |
| 193 | — | — | 455 | 168 | 2.1 | 40 | |
| | Haguenau (Bas-Rhin). | | | | | | |
| 194 | 48° 43' | 25° 37' | 426 | 139 | 2.8 | | D'après Bravais et Martins. |
| 195 | — | — | 396 | 156 | 2.5 | | |
| 196 | — | — | 360 | 143 | 2.5 | | |
| 197 | — | — | 307 | 55 | 8.7 | | |
| 198 | — | — | 221 | 96 | 2.3 | | |
| 199 | — | — | 285 | 99 | 2.8 | | |
| 200 | — | — | 351 | 99 | 3.5 | | |
| 201 | — | — | 333 | 100 | 3.3 | | |
| 202 | — | — | 292 | 100 | 2.9 | | |
| 203 | — | — | 336 | 108 | 3.1 | | |
| 204 | — | — | 324 | 109 | 2.3 | | |
| 205 | — | — | 345 | 110 | 3.1 | | |
| 206 | — | — | 385 | 112 | 3.4 | | |
| 207 | — | — | 361 | 115 | 3.1 | | |
| 208 | — | — | 337 | 115 | 2.9 | | |
| 209 | — | — | 317 | 117 | 2.6 | | |
| 210 | — | — | 356 | 117 | 3 | | |
| 211 | — | — | 279 | 117 | 2.3 | | |
| 212 | — | — | 348 | 118 | 2.9 | | |
| 213 | — | — | 290 | 119 | 2.4 | | |
| 214 | — | — | 377 | 120 | 3 | | |
| 215 | — | — | 310 | 120 | 2.5 | | |
| 216 | — | — | 365 | 121 | 3 | | |
| 217 | — | — | 373 | 122 | 3 | | |
| 218 | — | — | 419 | 122 | 3.5 | | |
| 219 | — | — | 429 | 123 | 3.4 | | |
| 220 | — | — | 302 | 123 | 2.3 | | |
| 221 | — | — | 390 | 127 | 3.1 | | |
| 222 | — | — | 413 | 127 | 3.3 | | |
| 223 | — | — | 334 | 128 | 2.5 | | |
| 224 | — | — | 451 | 130 | 3.4 | | |
| 225 | — | — | 454 | 138 | 3.2 | | |
| 226 | — | — | 384 | 176 | 2.1 | | |
| | Ft Belliard (Vosges). | | | | | | D'après le catalogue français. |
| 227 | 48° ? | ? | 225 | 68 | 3.3 | 15 | |

Nos 192 et 193. Grès vosgien, 1968 p. d'altitude. — 194 et 195. 590 p. d'altit. — 227. Terr. granitique, 2132 p. d'altit.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamétre en millim. | Age de l'arbre. | Epaissr de la couche moyenne. | Longueur du tronc en métres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ft Moullière (Vienne) | | | | | | |
| 228 | 46° ? | ? | 226 | 26 | 8.5 | | |
| | St-Gildas (Forêt de) Loire Inférieure. | | | | | | |
| 229 | 46° ? | ? | 193 | 40 | 4.8 | | |
| | Granges (Forêt des) Hautes-Alpes. | | | | | | |
| 230 | 44°-45° ? | ? | 433 | 364 | 1.1 | 25 | |
| | ft de Meyrueis (Lozère) | | | | | | |
| 231 | 44° ? | ? | 266 | 260 | 1.3 | 21 | |
| 231 bis. | — | — | 271 | 116 | 2.3 | 21 | |
| | ft de Pinatelle (Cantal) | | | | | | D'après le catalogue français. |
| 232 | 44° ? | ? | 280 | 87 | 3.1 | | |
| | Romagne (Toscane). | | | | | | |
| 233 | 43° 40' ? | ? | 16 | 14 | 1.1 | | Békétoff |
| | Haute vallée de la Têt. (Pyrénées orientales). | | | | | | |
| 234 | 43° | ? | 520 | 200 | 2.6 | 17 | D'après le catalogue français. |

N° 228. Terr. triassique ; croissance trop rapide.— 229. Terr. granitique.— 230. Terr. triassique ; 6888 p. d'altit.— 231. Terr. granitique ; 3772 p. d'altit. — 231 bis. Id. 3444 p. d'altit. — 232. 3608 p. d'altit. — 233. 4000 p. d'altit. approximativement. — 234. Terr. granitique ; 6579 p. d'altit.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamètre en millim. | Age de l'arbre. | Epaisseur de la couche moyenne. | Longueur du tronc en mètres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Enaré (Finlande). | | | | | | |
| 1 | 68° 30' | 44° | 144 | 130 | 0.73 | 5.34 | D'après le catalogue finlandais. |
| | Kemy (Finlande). | | | | | | |
| 2 | 66° 15' | 43° 15' | 235 | 220 | 1 | 25.53 | |
| | Touroukhansk (Sibérie). | | | | | | |
| 3 | 66° | 100° | 35 | 42 | 0.8 | | Selon Middendorf. |
| | Toungouska inf^re Sibérie (b. du fleuve). | | | | | | |
| 4 | 65° 30' | 105° 30' | 100 | 160 | 0.62 | | |
| | Id. | Id. | | | | | |
| 5 | 65° ? | 116° ? | 86 | 210 | 0.46 | | |
| | Taymour (bords du fl.) | | | | | | |
| 6 | 64° 30' | 118° ? | 69 | 250 | 0.27 | | Békétoff |
| | Arkhangelsk (Gouv^t). | | | | | | |
| 7 | 64° | 53° | 23 | 75 | 0.3 | 1.62 | |
| 8 | — | — | 19 | 113 | 0.16 | 2.30 | |
| 9 | — | — | 62 | 137 | 0 45 | 6.5 | |
| 10 | — | — | 32 | 136 | 0.24 | 6.6 | |
| | Mouldia (Finlande). | | | | | | |
| 11 | 62° 30' | 42° 45' | 240 | 275 | 0.87 | 21.57 | |
| | Evoïs (Finlande). | | | | | | |
| 12 | 61° 13' | 42° 43' | 395 | 160 | 2.4 | 41.86 | |
| 13 | — | — | 330 | 152 | 2.1 | 29.98 | |
| 14 | — | — | 315 | 140 | 2.2 | 33.85 | |
| 15 | — | — | 295 | 110 | 2.6 | 32.95 | |
| | Moustiala (Finlande). | | | | | | |
| 16 | 60° 55' | 41° 30' | 325 | 180 | 1.8 | 35 62 | D'après le catalogue finlandais. |
| 17 | — | — | 280 | 148 | 1.6 | 35.62 | |

N° 3. Epicea de Sibérie (P. obovata). — 4 à 6. Picea obovata ? — 7 et 8. Sur un quartier de roche couvert de lichens, au milieu d'un bois clair-semé. — 9. Sous-sol pierreux couvert d'une couche d'humus d'un centim. et demi. — 10. Sphagnetum.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamètre en millim. | Age de l'arbre. | Epaiss$^{r}$ de la couche moyenne. | Longueur du tronc en mètres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CHAUS-JARVI (Finland). | | | | | | |
| 18 | 60° 48' | 42$^{c}$ 45' | 225 | 146 | 1.5 | 29.98 | D'après le catalogue finlandais. |
| 19 | — | — | 210 | 120 | 1.7 | 28.20 | |
| | S$^{t}$-PÉTERSBOURG (G$^{t}$). | | | | | | |
| 20 | 60° | 48° | 52.5 | 46 | 2.7 | | Békétoff. Les 5 derniers d'après la collection et les notes fournies par M.le professeur Zoboff. |
| 21 | — | — | 57.5 | 45 | 2.8 | | |
| 22 | — | — | 63.5 | 59 | 1.7 | | |
| 23 | — | — | 250 | 153 | 1.63 | 27 | |
| 24 | — | — | 150 | 100 | 1.5 | 21.3 | |
| 25 | — | — | 55 | 50 | 1.1 | | |
| 26 | — | — | 90 | 130 | 0.7 | | |
| 27 | — | — | 92 | 140 | 0.7 | | |
| | PSKOW (Gouvernem$^{t}$). | | | | | | |
| 28 | 57° 45' | 46° | 230 | 51 | 3 | | Békétoff. |
| | MOSKWA (Gouvernem$^{t}$) | | | | | | |
| 29 | 55° 45' | 55° | 191 | 62 | 3 | | |
| 30 | — | — | 143 | 56 | 2.6 | | |
| 31 | — | — | 85 | 77 | 5.5 | | |
| 32 | — | — | 180 | 48 | 3.7 | | |
| 33 | — | — | 185 | 57 | 3.2 | | |
| 34 | — | — | 175 | 50 | 3.7 | | |
| 35 | — | — | 250 | 62 à 70 | 4? | | |
| | TRANSBAÏKALIE | | | | | | |
| 36 | 55° 50' ? | 132° ? | 157.5 | 210 | 0.75 | 17? | Békétoff, d'après la collection et les notes de mlle Fedorowitch. |
| 37 | — | — | 124 | 140 | 0.9 | 16.3? | |
| 38 | — | — | 156 | 185 | 0.8 | 16.3? | |

N° 23. Sol argileux compact, couvert d'un peu d'humus, sur la lisière d'un bois. — 24. Même sol, lieu humide, bois clairsemé. — 25. Sol argileux, bois touffu. — 26 et 27. Sol argilo-sablonneux, humide. — 28 à 30. Argile et humus, au milieu d'un bois ; lieu humide. — 31. Sur la lisière d'un bois. sol argileux avec humus ; coupé à la base. — 32 et 33. Au milieu d'un bois ; sol argileux avec humus ; coupé à 3 c/m du sol. — 34. Id., coupé à 2 c/m du sol. — 35. Id., lieu plus élevé. — 36 à 38. Environs d'une source sulfureuse ; sol sablonneux, humide, mousseux ; bois touffu.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamétre en millim. | Age de l'arbre. | Epaissr de la couche moyenne. | Longueur du tronc en métres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kowno (Gouvernemt). | | | | | | |
| 39 | 55° 45' | 42° | 55.5 | 38 | 2.8 | | Békétoff |
| | Sprotau (en Silésie). | | | | | | |
| 40 | 51° 35' | 33° | 295 | 110 | 2.8 | | |
| | Spiegelberg (mont). | | | | | | |
| 41 | 50° 25' | 33° | 56 | 170 | 0.3 | | |
| 42 | — | — | 138 | 190 | 0.7 | | |
| 43 | — | — | 68 | 130 | 0.52 | 7.6 | |
| | Coppe (Riesengebirge). | | | | | | Goeppert |
| 44 | 50° 45' | 33° | 4.5 | 20 | 0.2 | | |
| | Sneecoppe (Riesengeb) | | | | | | |
| 45 | 50° 45' | 33° | 12.5 | 80 | 0.1 | | |
| | Böhmerwald. | | | | | | |
| 46 | 49° 50'? | 33° | 253 | 420 | 0.6 | | |
| | Toetschen (Bohême). | | | | | | |
| 47 | 49° 50'? | 11° 52' | 19.5 | 14 | 1.3 | 2.84 | Békétoff, d'après la collection des bois du comte Thun qui se trouvait à l'Exposition universelle de Paris, en 1867. |
| 48 | — | — | 26.5 | 18 | 1.4 | 5.06 | |
| 49 | — | — | 39.5 | 34 | 1.1 | 8.53 | |
| 50 | — | — | 40.5 | 36 | 1.1 | 11.06 | |
| 51 | — | — | 67 | 47 | 1.4 | 15.48 | |
| 52 | — | — | 85 | 59 | 1.4 | 20.54 | |
| 53 | — | — | 105 | 80 | 1.3 | 25.28 | |
| 54 | — | — | 131.5 | 84 | 1.5 | 26.54 | |
| 55 | — | — | 131.5 | 88 | 1.5 | 30.02 | |
| 56 | — | — | 159 | 89 | 1.7 | 30.02 | |
| 57 | — | — | 213 | 134 | 1.5 | 40.45 | |
| 58 | — | — | 331.5 | 142 | 2.3 | 43.92 | |

N° 39. Sol sablonneux. — 40. Sol riche en humus. — 41. 2824 pieds au-dessus du niveau de la mer ; sol rocailleux. — 42. Même altitude ; sol humide, plus gras. — 43. Même altitude ; sol humide engagé entre des roches : les couches excentriques. — 44. 4700 pieds d'altitude. — 45. 4900 pieds d'altitude. — 46. 3200 p. d'altitude. — 48 à 58. Sol pierreux avec humus. 1331 p. d'altitude.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamétre en millim. | Age de l'arbre. | Epaissr de la couche moyenne. | Longueur du tronc en métres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | HANAU (Moselle). | | | | | | |
| 59 | 49° 30' ? | ? | 193 | 61 | 3.1 | | Selon le catalogue français. |
| | GALICIE. | | | | | | |
| 60 | 49° 48' ? | ? | 425 | 235 | 1.8 | | Békétoff |
| | BAS-RHIN (départemt). | | | | | | |
| 61 | 49°-48° 30' | ? | 183 | 42 | 4.3 | 26.5 | |
| | Ft dle LIEUMONT (Vosges) | | | | | | |
| 62 | 48° ? | ? | 486 | 180 | 2.1 | 36.15 | D'après le catalogue français. |
| | Ft dle de LA BROSSE (id.) | | | | | | |
| 63 | 48° ? | ? | 500 | 290 | 1.7 | 38.30 | |
| | HAUTE-AUTRICHE. | | | | | | |
| 64 | 48° 45'-48° 30' | ? | 235 | 86 | 2.7 | | Békétoff, selon la collection exposée à Paris en 1867. |
| 65 | — | — | 545 | 222 | 2.4 | | |
| | Ft dle du RISAL (Doubs) | | | | | | |
| 66 | 47° 30'-46° 50' | ? | 146 | 177 | 0.8 | | D'après le catalogue français. |
| | Ft dle de CHAUX-NEUVE. | | | | | | |
| 67 | 47° 30'-46° 50' | ? | 180 | 170 | 1 | | |
| | Ft dle de GRAND-CÔTE. | | | | | | |
| 68 | 47° 30'-46° 50' | ? | 185 | 130 | 1.4 | | |
| | MONT-DE-LA-CROIX, ftd. | | | | | | |
| 69 | 47° 30'-46° 50' | ? | 225 | 150 | 1.5 | | |
| | CERNÉE, pâturge boisé. | | | | | | |
| 70 | 47° 30'-46° 50' | ? | 286 | 100 | 2.8 | | |
| 71 | — | — | 213 | 94 | 2.2 | | |

N° 59. 1148 pieds d'altitude. — 60. Echantillon de la collection des bois autrichiens exposés à Paris en 1867. — 61. 2132 pieds d'altitude. — 62. Grès vosgien ; 2460 pieds d'altitude. — 63. Terrain granitique ; 3603 pieds d'altitude. — 66. Terrain jurassique ; 4000 pieds d'altitude. — 67 et 68. Terrain jurassique ; 3608 pieds d'altitude. — 69. Id., 3230 pieds d'altitude. — 70 et 71. Id., 3608 pieds d'altitude.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamètre en millim. | Age de l'arbre. | Epaissr de la couche moyenne. | Longueur du tronc en mètres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Risal, forêt domaniale | | | | | | |
| 72 | 47° 30'-46° 50' | ? | 166 | 83 | 2 | | |
| | Chalet-Brulé, ft priv. | | | | | | |
| 73 | 47° 30'-46° 50' | ? | 110 | 57 | 1.9 | | |
| | Levier, forêt domanle | | | | | | |
| 74 | 47° 30'-46° 50' | ? | 275 | 53 | 5.2 | | |
| | La Caille, pâtge boisé. | | | | | | |
| 75 | 47° 30'-46° 50' | ? | 115 | 42 | 2.7 | | |
| | Forêt du Jura (Suisse) | | | | | | |
| 76 | 47° 30'-46° 50' | ? | 109 | 86 | 1.2 | | |
| 77 | — | — | 115 | 63 | 1.7 | | |
| | La Joux, forêt dle (Jura) | | | | | | |
| 78 | 47°-46° | ? | 385 | 120 | 3.1 | 30 | |
| | Granier, ft cle (Savoie) | | | | | | |
| 79 | 46° ? | ? | 83 | 220 | 2.4 | 33 | |
| | Lamoens, forêt comle (Haute-Savoie). | | | | | | |
| 80 | 46° ? | ? | 916 | 340 | 2.6 | 45 | |
| 81 | — | — | 600 | 300 | 2 | 25 | |
| | Stetzerhorn (Suisse). | | | | | | |
| 82 | 46° 45' | ? | 6 | 9 | 0.66 | | |
| | Fuxine (en Croatie). | | | | | | Békétoff |
| 83 | 45° 30' | ? | 322 | 188 | 2.4 | | |
| | Prato-Vecchio (Tosc.) | | | | | | |
| 84 | ? | ? | 12 | 4 | 3 | | |

D'après le catalogue français.

N° 72. Terrain jurassique. 4000 pieds d'altitude. — 73. Id., 3850 pieds d'altitude. — 74. Id., 2450 pieds d'altitude. — 75. Id., 3850 pieds d'altitude. — 76. Id., 4000 pieds d'altitude. — 77. Id., 4164 pieds d'altitude. — 78. Id., 2624 pieds d'altitude. — 79. Terrain dévonien : id., 4920 pieds d'altitude. — 80 et 81. Terrain calcaire, 5576 pieds d'altitude. — 82. 5000 pieds d'altitude à-peu-près.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamètre en millim. | Age de l'arbre. | Epaissr de la couche moyenne. | Longueur du tronc en mètres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bds du fleuve Boganida ds la presqu'île Taymur (Sibérie orientale). | | | | | | |
| 1 | 70° | 118° ? | 25 | 92 | 0.27 | | Selon Middendorf. |
| 2 | 70° 45' | — | 45 | 140 | 0.32 | | |
| 3 | 70° 30' | — | 103 | 217 | 0.47 | | |
| 4 | — | — | 132.6 | 203 | 0.65 | | |
| | B. du fleuve Koureyka (Sibérie orientale). | | | | | | |
| 5 | 66° 30' | 105° ? | 130 | 203 | 0.64 | | Béketoff |
| | Bords du fleuve Toungouska infér^re (Sibérie orientale). | | | | | | |
| 6 | 66° 15' | 105° ? | 96 | 200 | 0.48 | | |
| | Touroukhansk (Sibérie occidentale). | | | | | | |
| 7 | 66° | 103° | 42 | 166 | 0.24 | | Middendorf. |
| 8 | — | — | 29 | 40 | 0.72 | | |
| | Arkhangelsk (Gouv.). | | | | | | |
| 9 | 63° 30' | 53° ? | 138 | 47 | 2.9 | 12.60 | Béketoff |
| | Amguinsk et Aldan (Sibérie orientale). | | | | | | |
| 10 | 60° | 143° | 92 | 143 | 0.72 | | Middendorf. |
| 11 | — | — | 53 | 73 | 0.72 | | |
| 12 | — | — | 33 | 67 | 0.56 | | |
| 13 | — | — | 28 | 48 | 0.57 | | |
| 14 | — | — | 15 | 44 | 0.34 | | |

Nos 1 à 3. Larix dahurica ; pris sur les confins de la végétation arborescente. — 4. Arbre qui, par la grandeur de ses dimensions, faisait exception dans ces forêts. — 5. L. dahurica ? — 7. Au milieu d'une forêt épaisse, sur la déclivité d'une montagne ; Lar. dahurica. — 8. L. dahurica. — 9. Bords d'un lac, à la lisière d'une forêt ; sol humeux ; sous-sol argileux. — 10. L. dahurica ; croissance lente jusqu'à 20 ans. — 11. Id., jusqu'à 13 ans. — 12. Id., jusqu'à 10 ans. — 13. Id., jusqu'à 11 ans. — 14. Id., jusqu'à 12 ans.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamètre en millim. | Age de l'arbre. | Epaisseur de la couche moyenne. | Longueur du tronc en mètres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | B. du fleuve PETCHORA. | | | | | | |
| 15 | 66°-64°? | 68°? | 279 | 231 | 1.2 | | |
| 16 | — | — | 218 | 151 | 1.3 | | |
| 17 | — | — | 104 | 74 | 1.4 | | |
| | BOGOSLOWSK (Gt Perm.) | | | | | | Békétoff |
| 18 | 59° 45' | 78° | 83 | 30 | 2.4 | | |
| | SSARAPOUL (Gt Wiatka) | | | | | | |
| 19 | 56° 45' | 78° | 83 | 30 | 2.4 | | |
| | TRANSBAÏKALIE (Sibérie orientale.) | | | | | | |
| 20 | 55° 50' | 132°? | 118.5 | 135 | 0.87 | 15 | |
| 21 | — | — | 140 | 135 | 1 | 18 | |
| 22 | — | — | 133 | 280 | 0.43 | 17 | |
| 23 | — | — | 123.5 | 285 | 0.42 | 15.5 | |
| 24 | — | — | 122.5 | 128 | 0.82 | 19 | |
| 25 | — | — | 143 | 131 | 1 | 16 | |
| 26 | — | — | 113 | 178 | 0.6 | 18 | |
| 27 | — | — | 89.5 | 144 | 0.5 | 11.3 | |
| 28 | — | — | 67 | 177 | 0.3 | 12.7 | |
| 29 | — | — | 95 | 138 | 0.6 | 14 | |
| 30 | — | — | 109.5 | 174 | 0.6 | 10.6 | |
| 31 | 55° 25'? | 132°? | 112 | 67 | 1.7 | 19 | |
| 32 | — | — | 187.5 | 180 | 1 | 21 | |
| 33 | — | — | 203 | 96 | 2 | 19 | |
| 34 | — | — | 180 | 108 | 1.6 | 21 | |
| 35 | — | — | 89 | 258 | 0.3 | 13 | |
| 36 | — | — | 87 | 283 | 0.3 | 12.5 | |
| 37 | — | — | 88.5 | 275 | 0.3 | 15 | |
| 38 | — | — | 43 | 117 | 0.3 | | Békétoff, d'après la collection et les notes de Mlle Fédorowitch. |

Nos 15 à 17. L. sibirica? — 19. Les couches centrales manquent. — 20 et 21. Sol argileux, schiste et silex ; bois peu touffu ; sur le faîte d'une montagne, lieu sec. — 22 à 25. Id., sur le versant sud-est d'un ravin. — 26 et 27. Environs d'une source sulfureuse chaude ; bords d'une rivière ; sol sablonneux ; mousse et marécage. — 28 à 30. Schiste argileux, marécage mousseux (toundra) ; bois épais. — 31. Sur le versant méridional d'une montagne ; lieu sec ; bois épais. — 32. Id., bois moins épais. — 33 et 34. Id., les couches centrales étaient pourries. — 35 à 38. Versant septentrional ; lieu marécageux.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamétre en millim. | Age de l'arbre | Epaissr de la couche moyenne. | Longueur du tronc en métres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Gouvernemt Moskwa. | | | | | | |
| 39 | 55° | 55° | 60 | 20 | 3 | | Békétoff |
| | Forêt communale de Hochwald (Bas-Rhin). | | | | | | |
| 40 | 49°-48° | | 223 | 76 | 2.9 | | Catalogue français |
| | Stetzerhorn (Suisse). | | | | | | |
| 41 | 46° 45' | | 5.5 | 32 | 0.16 | | Békétoff |
| | Forêt communale d'Aime (Savoie). | | | | | | |
| 42 | 45° ? | | 446 | 303 | 1.4 | 37 | |
| 43 | — | | 370 | 115 | 3.1 | 32 | |
| | Forêt communale de Ristolas (Htes-Alpes). | | | | | | |
| 44 | 45° ? | | 661 | 464 | 1.4 | 17 | |
| 45 | — | | 517 | 447 | 1.1 | 17 | |
| | Forêt communale de St-Martin-Lantosque (Alpes-Maritimes). | | | | | | |
| 46 | 44° ? | | 450 | 180 | 2.5 | 30 | |
| 47 | — | | 460 | 184 | 2.5 | 30 | |
| | Pratovecchio (Toscane). | | | | | | |
| 48 | 43°-45° | | 13 | 10 | 1.3 | | Békétoff |

Catalogue français.

N° 40. Terrain granitique ; 3515 pieds d'altitude. — 41. 5000 pieds d'altitude. — 42. Terrain silurien ; 4360 pieds d'altitude. — 43. Id., 5000 pieds d'altitude. — 44 et 45. Terrain schisteux. 6566 pieds d'altitude. — 46 et 47. Terrain granitique ; 5900 pieds d'altitude. — 48. Id., 2500 pieds d'altitude (?)

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamètre en millim. | Age de l'arbre. | Epaiss^r de la couche moyenne. | Longueur du tronc en mètres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bds du fleuve Jenissey (Sibérie). | | | | | | |
| 1 | 65° 50' | 103° | 100 | 225 | 0.4 | | Béketoff. Les nos 2-13 d'après la collection et les notes de Mlle Fedorowitch. |
| | Transbaïkalie (Sibérie orientale). | | | | | | |
| 2 | 55° 25' | 132°? | 102.5 | 200 | 0.5 | 14.9 | |
| 3 | — | — | 94 | 200 | 0.47 | 11 | |
| 4 | — | — | 121 | 250 | 0.48 | 11.7 | |
| 5 | — | — | 71.5 | 180 | 0.39 | 9.2 | |
| 6 | — | — | | 200 | 0.26 | 7.1 | |
| 7 | — | — | 100 | 200 | 0.5 | | |
| 8 | — | — | 102.5 | 80 | 1.2 | 7 | |
| 9 | — | — | 135 | 200 | 0.67 | 11.6 | |
| 10 | — | — | 27.5 | 50 | 0.55 | | |
| 11 | — | — | 41.5 | 100 | 0.41 | | |
| 12 | — | — | 25 | 50 | 0.5 | | |
| 13 | — | — | 30.5 | 90 | 0.33 | | |
| 14 | — | — | 25 | 70 | 0.35 | | |
| 15 | — | — | 25 | 70 | 0.35 | | |
| | Pontresina (Suisse, Grisons). | | | | | | |
| 16 | 47° | | 40 | 32 | 0.6 | 2.5 | Béketoff |

Nos 2 à 6. Sur le versant septentrional d'une montagne ; bois touffu ; sol mousseux (toundra). — 7 et 8. Sur le versant méridional de la montagne ; bois peu touffu ; lieu sec. — 9. Cet arbre se trouvait entre deux autres, fort rapprochés de lui. — 10 à 12. Pinus cembra pumilio ; versant septentrional ; bois touffu Toundra (lieu humide et mousseux). — 13. Id., versant méridional, lieu sec. — 14. Autre branche de la même souche que le no 13. — 15. Autre branche de la même souche que les nos 13 et 14. — 16. A l'embouchure du glacier de Morteratch 5566 pieds d'altitude.

| Nos | LIEUX. Latit. | Longit. | Demi-diamétre en millim. | Age de l'arbre. | Epaissr de la couche moyenne. | Longueur du tronc en métres. | Observateurs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Forêt communale de Villard-St-Pancrace (Hautes-Alpes). | | | | | | |
| 17 | 45°-44° 10' | | 375 | 625 | 0.6 | 23 | Catalogue français. |
| | Forêt de St-Martin Lantrusque (Alpes-Maritimes). | | | | | | |
| 18 | 44° ? | | 341 | 117 | 1.9 | 20 | |
| 19 | — | | 235 | 231 | 1 | | |

N° 17. Quartzite ; 7450 pieds d'altitude. — 18. Terrain granitique ; 5900 pieds d'altitude. — 19. Limite septentrionale de la végétation forestière.

Isothermes

Août

Juillet

Juin

Aestivales

# CARTE

## de l'Europe et de la Siberie occidentale

dressée pour montrer le parcours des isothermes aestivales de Juin Juillet et Août, d'apres Dové Wesselowsky et Kaemz 1868.

Tourouhansk

Tobolsk

Bogoslowsk

Kazan

Wologda

Kostroma

Nowgorod

St Petersbourg

Moskwa

Penza

Ssaratow

Pskow

Ostrow

Riga

Mitau

Libau

Memel

Abo

Gefle

Upsala

Stockholm

Christiania

Bergen

Edinbourg

Londres

Bruxelles

Paris

Strasbourg

Munic

Vienne

Berlin

Halle

Konigsberg

Krakow

Odessa

Charkow

Kasan

Ilomants

Chutea

Lapmark

Enare

Enontekis

Cumasnda

Pello

Kemi

Longitudes de Londres et de Ferro.
Temperature d'apres Reaumur.
La zone nuancée désigne approximativement la region intermediaire (froide) du pin sylvestre.

Imprimerie de E. Ivanson St Petersbourg.

# ESSAI GÉOLOGIQUE

SUR LE

# DÉPARTEMENT DE LA MANCHE

Par M. BONISSENT.

SUITE (1).

## TERRAINS D'ALLUVION.

Synonymie. Terrains de transport; période alluviale de M. Cordier.

Sous cette dénomination, on comprend les dépôts argileux, arénacés, incohérents, ayant cependant parfois quelques-unes de leurs parties réunies par un ciment quelconque, soit calcaire, soit siliceux, soit ferrugineux, d'où résultent des brèches et des poudingues.

Ce terrain se divise en deux périodes ou époques celle des alluvions anciennes et celle des alluvions modernes.

## 11e époque. — SOL QUATERNAIRE.

### TERRAIN QUATERNAIRE. *(Alluvions anciennes).*

Les alluvions anciennes qui occupent la partie inférieure ont reçu divers noms : *Diluvium* par M. Bukland ; *Etage diluvien* par M. Cordier ; *Newer-pliocène* (Pliocène nouveau) par M. Lyell ; *Terrain de transport, d'al-*

(1) Voir : Mém. Soc. Imp. Sc. natur. Cherb. T. VI, p. 73 T. VIII, p. 57 ; T. IX, p. 1 et 249 ; T. X, p. 169 ; T. XI, p. 179; T. XIII, p. 5.

*luvion, d'aterrissement*; *Période quaternaire, Terrain clysmien*, par M. Brongniart ; *Diluvium gris* ou *diluvium des Vallées* ; *diluvium rouge* (1) (*Loess*), ou *diluvium des Montagnes.*

Les sédiments de cette époque se sont déposés entre la fin du groupe pliocène et le commencement du terrain moderne. Ils ont donc succédé à la période tertiaire et préludé à l'époque actuelle. C'est sur les hauteurs, sur le penchant des collines, dans le fond des vallées et sur les plaines où les eaux de notre époque ne peuvent parvenir, qu'ils existent, accusant ainsi un transport violent et rapide opéré par des eaux déplacées par une cause qui n'a rien de commun avec ce qui se passe de nos jours, nous voulons parler de la fonte des glaces et des déluges périodiques qui en sont la conséquence.

Ce terrain comprend deux dépôts principaux. L'un que nous regardons comme le plus ancien et le plus inférieur prend le nom de diluvion gris ou de cailloux roulés diluviens. Il se compose de débris de quartz, de grès, de silex de grosseur variable le plus souvent roulés, de sables divers et d'argiles au milieu desquelles on remarque fréquemment de petits silex et de petits débris d'autres roches mêlés à des fragments plus volumineux qui ont reçu le nom de blocs erratiques. Le second dépôt qui repose sur celui-ci est formé d'argiles variées qui offrent assez ordinairement une grande puissance. Elles contiennent presque toujours, mais en moindre quantité que l'assise précédente, de petits silex et de petits débris d'autres roches. Cette assise porte le nom d'alluvions anciennes, ou diluvium rouge.

(1) *Lhem* ou *Loess* sont désignés par M. d'Archiac, sous le nom général d'*Alluvion ancienne.*

Le dépôt inférieur recouvre le terrain tertiaire à Orglandes, Hauteville et Reigneville Il est représenté par une argile grisâtre, légèrement bleuâtre, assez pure et très-onctueuse. Dans sa partie moyenne, cette argile conserve la même teinte, devient plus pure et beaucoup plus onctueuse. Sa texture, au lieu d'être compacte, devient feuilletée; au chalumeau elle fond en grisâtre avec boursoufflement ; quelquefois elle contient de petites macules blanches, de deux millimètres d'épaisseur, de carbonate de chaux.

Cette argile qui porte improprement, dans le pays, le nom de terre à foulon, présente plusieurs gisements ; celle d'Orglandes, située entre la mare Savoie et la cour de Reigneville, est la plus estimée. On l'emploie avec avantage, et à l'exclusion des autres, dans les fouleries d'une partie du pays pour le dégraissage des étoffes. On la retrouve au contact du terrain fluvio-marin de Rauville-la-Place, aux fosses de la Bonneville, à Saint-Maurice près du calcaire dévonien et à Houtteville, canton de la Haye-du-Puits, sur le calcaire de l'infra-lias.

Le fond de ces dépôts est, pour ainsi dire, en grande partie, tapissé de galets et d'ossements roulés de mammifères pachydermes ou de cétacés du genre Lamantin, parmi lesquels se montrent quelques petits amas de coquilles fluvio-marines analogues à celles de Rauville-la-Place. Toutefois nous exceptons l'argile de St-Maurice dont on ne connaît point la puissance en profondeur, cette argile n'ayant jamais été exploitée.

Les ossements que nous venons de mentionner sont passés à l'état de pierre solide et diffèrent souvent les uns des autres, soit par leur degré d'altération ou de décomposition, soit par les éléments divers qu'ils renferment.

Ceux de Houtteville, près de l'église, sont, les uns plats très-altérés, jaunâtres, tout parsemés de points bleus accusant du phosphate de fer ; d'autres sont noirâtres, veinés de spath calcaire et plus solides que les précédents A Rauville-la-Place, ils sont plats, altérés à la surface, tout-à-fait arrondis sur les angles dans leur longueur, compactes dans leur partie intérieure, de nuance noirâtre ou brunâtre, à aspect résinoïde ; peu effervescents dans les acides, ils indiqueraient la prédominance du phosphate sur le calcaire.

Dans la commune d'Orglandes, près le Croslay et à la ferme de Longuehaye, on trouve les mêmes ossements. A une assez petite distance de la ferme, au chef de la ville, on remarque le même dépôt renfermant une plus grande abondance d'os roulés, mais plus décomposés et plus brisés, friables et happant à la langue. On y voit, comme dans les autres gisements, des restes d'animaux, consistant en côtes tantôt plates, spongieuses, tantôt très-arrondies, de grosses vertèbres peu solides, des omoplates? des cubitus ? des fémurs? des os recourbés de peu d'épaisseur et de quelques décimètres de longueur, des dents tranchantes pointues et même dentelées de Lamantin (Lamina) auxquels sont réunies des pierres roulées qui sont en grande partie percées par des coquilles lithodomes. Ces roches ainsi perforées appartiennent à des calcaires de plusieurs époques géologiques et proviennent des localités voisines distantes tout au plus de un à quelques kilomètres.

Celles que l'on trouve dans le dépôt de Gourbesville viennent les unes du calcaire du lias supérieur et renferment l'*Ammonites bisulcatus* ; une des faces est recouverte d'orbitolites et de sables verts micacés avec trous de pholades remplis d'une matière verdâtre mar-

neuse; d'autres roches sont enlevées au calcaire compacte de l'infra-lias de Carquebut; quelques autres ont été arrachées au carbonate de chaux fluvio-marin contenant des graines de *Chara medicaginula* et sont percées par la *Saxicava gallicana* ? Ce dernier gisement est situé entre l'entretenant d'Orglandes et la rivière du Merderet.

A Orglandes, ces fragments de roches roulées appartiennent à l'infra-lias de Charquebut et au calcaire argilifère bleuâtre du silurien supérieur de Saint-Sauveur-sur-Douve ; ce dernier est perforé par le *Pholas scutata?* Enfin un autre appartient au calcaire compacte jaunâtre tertiaire recouvert de foraminifères et de polypiers ; une matière calcaire pulvérulente remplace la coquille perforante.

Les mêmes pierres roulées de Rauville-la-Place sont de calcaire blanchâtre fluvio-marin remplies de *Chara medicaginula* et percées par le mollusque *Saxicava scutata ?* Leur gisement est sur les lieux mêmes.

Ces mêmes débris d'ossements sont souvent recouverts à leur surface de petits points qui, examinés à la loupe, nous offrent des dendrites délicates très-fines, élégamment ramifiées à l'instar de certaines mousses. La partie supérieure du dépôt inférieur ne nous a donné nulle part de dépouilles d'animaux ; nous y avons seulement remarqué des fossiles roulés des terrains jurassique et crétacé.

Cette assise, dans plusieurs localités, est souvent recouverte par le diluvium rouge avec lequelle elle se mêle d'une manière plus ou moins intime au point de contract.

En parcourant la Manche dans toute sa longueur du N. au S., nous remarquons qu'il est coupé par des sillons

de grès silurien allant de l'E. à l'O. et que ses sommités dénudées à contours dentelés ne présentent plus que des espèces de squelettes pierreux. Il est aisé de lire ici le passage, pendant des siècles, d'immenses torrents venant du N.-E., détruisant et balayant tout ce qui s'oppose à leur course effrénée, imprimant de profonds ravins sur le penchant des collines, en se précipitant avec violence des hauteurs environnantes pour se répandre en nappes torrentielles sur le sol plus bas de la plaine. On voit sur le flanc Sud, des monticules, dans les vallées et même sur les plaines voisines, des blocs de toute dimension dont quelques-uns dépassent le poids de plusieurs mille kilog., qui ont été détachés de vive force de la masse principale. Nous citerons comme exemples les plus remarquables, les rochers de grès siluriens de la Hague, du Roule, près de Cherbourg; des Pieux, de Montaigu-la-Brisette, de Brix, Huberville, Montebourg, Quinéville, Lestre, Sottevast, Levretot, Sortosville-en-Beaumont, Saint-Pierre-d'arth'Eglise, les Moitiers-d'Allonne, Neufmesnil, Moncastre, Besneville, Etanclin, Taillepied, Mortain, et généralement toutes les localités dans lesquelles se trouve le grès silurien. Mais, de tous ces massifs de grès, le plus digne d'attirer notre attention est sans contredit celui du Roqueret, au pied du Val, à Bricquebec; le sillage des torrents est marqué au milieu des rochers, sur plusieurs points, par plus de trente mètres d'élévation sur une largeur de trois mètres au moins, avec une pente peu prononcée. Ils offrent l'aspect de cheminées en ruines privées du mur qui regarderait le midi.

L'assise inférieure se montre aussi sur d'autres lieux de la Manche et particulièrement dans le golfe du Cotentin. Sa composition n'est plus la même, elle con-

siste en graviers ou pierres roulées, variant du volume de la tête au moins à celui d'une noix, lesquels sont comme ensevelis au milieu de débris plus fins provenant de la trituration de ces roches qui, dans beaucoup de circonstances, sont arrivées à l'état sableux.

Ces fragments ont été détachés des rochers siluriens et dévoniens, voisins du lieu où ils se trouvent, remplissant le fond des vallées et tapissant la pente des côteaux au pied desquels coulent quelques-unes de nos rivières et de nos petits ruisseaux. A ces espèces minérales sont réunis en quantité prodigieuse des silex de la craie de grosseurs très-variables.

Nous ferons observer cependant que les silex qui forment une assez notable portion du diluvium gris du Cotentin ne se rencontrent pas également partout. On les voit soit en amas, soit en traînées et d'un plus gros volume sur quelques lieux que nous signalerons à l'occasion. Ils ne sont point non plus limités exclusivement dans l'enceinte du golfe Cotentinais, bien qu'ils s'y trouvent en plus grande abondance qu'ailleurs; ils ont franchi ces limites et dans leurs pérégrinations forcées, nous les retrouverons clair-semés, à la vérité, sur d'autres points.

Il est hors de doute que le terrain crétacé, très-restreint dans la Manche, a subi d'importantes dénudations pour avoir fourni au diluvium gris des matériaux en assez grand nombre pour former des amas tels que ceux que nous avons remarqués dans les environs de Périers, à Raids, à Saint-Sauveur-sur-Douve, section de Selsouëf; à Bricquebec, près de la grosse-roche, aux Riolleries, à Foucarville, etc.

Aux silex sont réunis des galets remaniés du keuper, des fragments soit anguleux, soit roulés de roches d'épanchement, de roches cumbriennes, siluriennes et

dévoniennes avec débris de roches plus récentes appartenant au lias et au terrain tertiaire.

Reprenons en détail les différentes localités que nous venons d'indiquer.

A Bricquebec, sur la hauteur nommée les Riolleries, à 125$^{m}$ d'altitude, près du Pont-Durand et à l'E. de la Grosse-Roche, les silex sont prédominants et s'étendent en nappes sur le penchant Sud, comblant en partie le fond de la vallée et remontant sur le plateau à gauche de la route de Valognes à Bricquebec; vers l'Ouest ils s'étendent jusqu'au village du Foyer. Ces silex en rognons de formes variées et de la grosseur de la tête, non roulés, sont comme noyés au milieu de débris argilo-sableux jaunâtres, blanchâtres, rosâtres et bleuâtres qui résultent de la trituration des silex et des autres roches qui s'y trouvent réunies; ce sont des fragments anguleux de quartz blancs, de grès micacés schistoïdes et de quartzite, présentant ensemble une puissance de deux à quatre mètres. Le tout est recouvert d'une espèce de sable grisâtre passant à une argile rougeâtre.

Les silex sont, pour la plupart, carriés et très-fossilifères; ils renferment des Lima, des Terebratula, et plusieurs autres bivalves ; on y rencontre des Zoanthaires apores, des Echinodermes, Echinocorys vulgaris, des Salenia granulata, des Nautilus, des Cidaris, des Cyclostoma et autres espèces indéterminables.

Ce dépôt, avec silex moins gros, se continue vers le Nord, sur le bord des anciens rivages du keuper, l'espace de près d'un kilomètre. De là on le suit, en avançant vers l'Est, jusque sur le littoral de la mer actuelle et sur toute la ligne qui passe par Négreville, Valognes et Montaigu-la-Brisette.

A Sottevast, dans la tranchée de la voie ferrée, à trois

kilomètres Est de la ville de Valognes, le diluvium gris est représenté par un banc de sable grisâtre un peu argileux, à peine micacé, ayant tout-à-fait l'aspect de la tangue qui est utilisée dans l'agriculture. Il suit la direction du N.-E. et contient peu de cailloux roulés.

A deux kilomètres à peu près à l'E. de Valognes, sur la commune d'Alleaume, au moulin de Coëffe, nous retrouvons le même banc de sable avec la direction du N.-E. Il renferme du calcaire compacte concrétionné mamelonné radié à l'intérieur et affectant toutes sortes de formes bizarres.

Ces sables reposent sous des argiles de nuances variées, rougeâtres, lie de vin et brunâtres.

Nous trouvons des silex noirâtres, blonds et de plusieurs autres couleurs sur le rivage de Foucarville, et il n'est pas rare d'en voir un grand nombre chaque fois que quelques portions des dunes sont enlevées par les flots, à l'époque des grandes marées. A partir de cet endroit le même terrain se fait remarquer par une bande ou lisière de plus de 50 mètres de largeur qui traverse cette commune pour se rendre au lieu appelé les Sablons, sur le bord du chemin de grande communication à gauche en allant à Sainte-Marie-du-Mont. Ici les silex sont très-abondants et fossilifères. Le même terrain existe sur la commune de Saint-Germain-de-Varreville où nous avons recueilli quelques fragments de Salinia. Les silex sont ordinairement dans les couches supérieures des sables qui deviennent insensiblement argileux et finissent par céder la place aux argiles.

En quittant la mer pour monter dans les terres, on voit toujours des argiles avec des silex roulés, mêlés à des coquilles terrestres d'eau douce et de la mer actuelle.

A Ravenoville les argiles diluviennes n'ont plus ou presque plus de silex, elles deviennent alors très-sableuses.

A Foucarville, les silex reparaissent, ils traversent l'espace compris entre le calcaire et le pont, suivent la direction du S.-O., passent sur la commune de Beuzeville-au-Plain, sur la partie Sud de Sainte-Mère-Eglise, sur les communes de Turqueville et d'Ecoquenéauville. Cependant à Beuzeville, le diluvium commence à perdre une partie de ses silex qui disparaissent à peu près sur les deux dernières communes : le diluvium gris n'y est plus représenté que par des couches de sables siliceux peu micacés, blancs, grisâtres, jaunâtres, feldspathiques. Au milieu de ce banc sableux on voit des espèces de métaxites à grain fin provenant de l'agglutination de ces sables; cette roche est sans cohésion et se désagrége aisément sous la plus simple pression des doigts. Ces sables sont analogues à ceux du moulin de Coëffe et reposent également sur des argiles jaunâtres de près d'un mètre d'épaisseur. Les silex et les cailloux reparaissent au village de Fauville sur Sainte-Mère-Eglise pour disparaître de nouveau sous les argiles qui forment le sol des herbages de ce pays. La même assise laisse apercevoir peu de traces jusque sur la commune de Carquebut où elle se montre dans la partie S. O. sur le penchant du côteau qui descend au marais et aux approches de la gare de Chef-du-Pont. Elle s'annonce par des sables verts micacés provenant du grès vert de la craie et sont associés à des fragments anguleux du terrain crétacé, à des cailloux roulés du silurien et à quelques débris du grès de Ste. Marie-du-Mont.

L'aspect du diluvium change bientôt, et déjà à Cauquigny il se dépouille insensiblement de ses composés

crétacés pour reprendre son mode de formation le plus ordinaire. On le reconnaît à ses débris anguleux, à ses sables grossiers, aux graviers, aux galets et aux silex plus ou moins roulés. Les communes d'Anfreville, Gourbesville et Hauteville nous présentent la même assise qui renferme peu de débris des roches crétacées. Si de Hauteville nous suivons la route qui conduit à Bricquebec en passant par l'étang Bertrand, nous aurons à Biniville des sables grossiers, grisâtres, en masses pseudo-schistoïdes contenant un petit nombre de cailloux roulés de la grosseur d'une noisette et de petits silex blonds peu abondants.

En approchant du point où la route est traversée par celle de Valognes, on voit reparaître les cailloux roulés auxquels se joignent non-seulement des silex, mais encore de petits fragments de roches peu usés sur les angles qui proviennent de la craie et du terrain tertiaire.

Depuis l'entrée du chemin de l'Etang-Bertrand jusqu'à un kilomètre 1/2 avant d'arriver à Bricquebec, on marche sur des argiles sableuses rougeâtres et jaunâtres du diluvium gris mêlées à des pierres roulées recouvertes d'un enduit noir, comme celui que nous trouverons à Montaigu-la-Brisette, à Flottemanville près Valognes et à Videcosville. Enfin de l'Etang-Bertrand on suit le même terrain selon une bande qui traversant l'ancienne forêt, par le Rouge-Bouillon, irait rejoindre les silex que nous avons laissés aux Riolleries et dans les environs. Dans la partie sud de notre golfe la même assise forme une petite couche sur le pliocène au Bosq-d'Aubigny. Elle consiste en argile gris-cendré très-sableuse contenant de petits silex et des concrétions calcaires analogues à celles que nous avons déjà vues au moulin de Coëffe, sur Alleaume. A partir d'Aubigny on

la retrouve sur le penchant Nord des roches amphiboleuses et cumbriennes des cantons de Marigny, St-Sauveur-Lendelin et de Périers. Elle recouvre toutes les communes qui sont limitées à l'Est par la rivière d'Elle jusque et y compris Beuzeville-sur-le-Vey et Brévands. Dans toute cette étendue elle ne nous offre rien de bien particulier, si ce n'est aux Carrières de Montmartin exploitées pour l'extraction du gravier. On y remarque des poudingues solides dont un assez grand nombre des galets arrondis sont liés par un ciment siliceux. Il semble que cette matière tenue en suspension au milieu du dépôt caillouteux se soit condensée à l'état gélatineux, et qu'en prenant de la solidité elle ait empâté les galets sur lesquels elle s'est trouvée répandue.

D'autres carrières plus considérables de la même commune nous ont donné la succession suivante des couches du diluvium. Au fond de l'excavation on voit les marnes endurcies, très-compactes, de toute nuance, quelquefois schistoïdes du terrain Keupérien. Viennent ensuite les poudingues à pâte siliceuse, puis des lits de galets alternant avec des lits de sable fin sans immixion de galets. Enfin à la surface du sol des sables quartzeux soit jaunâtres, soit blanchâtres à grain fin, quelquefois argileux et contenant de petites paillettes de mica. On voit assez souvent de ces sables dans un grand nombre de localités que nous avons déjà citées. Nous y ajouterons encore les sablonnières du bois de Soules, des communes du Dézert, près de St. Jean-de Daie, de St. Nicolas de Coutances, Cambernon, Montcuit, Montreuil, dont les sables sont micacés. A Sideville on trouve un sable réfractaire qui de tout temps a servi aux fondeurs de Cherbourg pour faire leurs moules. Il paraîtrait qu'il va être utilisé pour la grande fonderie de la marine.

Parfois, les cailloux roulés sont composés de quartz blancs, de quartz bleuâtres, de lydienne joints à de petits débris de silex et à des fragments d'argile rouge endurcie, offrant des variétés de grosseur depuis celle de la tête à celle d'un grain de millet. A Benzeville-sur-le-Vey, même terrain, excepté la nuance du sable de cette commune lequel est grisâtre, tandis que celui de Montmartin est rougeâtre. En approchant de Carentan, à St. Hilaire-Petite-Ville, le diluvium se compose d'arkose, de métaxite, de quartz, de quartzite avec débris de jaspe rouge, de silex gris et de grès de Ste-Marie-du-Mont. Sous ce dépôt on en voit un autre d'égale puissance, c'est-à-dire de plusieurs centimètres, consistant en argile et cailloux roulés de même nature que les précédents. Immédiatement au-dessous apparaissent des argiles rougeâtres, grisâtres, bleuâtres avec ou sans galets formant des ondulations de l'Est à l'Ouest, s'enchevêtrant avec une argile blanche kaolinique, arénifère, marbrée par l'oxide de manganèse. Les lits que nous avons décrits auparavant et ceux que nous verrons par la suite ont une grande tendance à incliner dans le sens des vallées. Le diluvium est encore bien développé à Catz, à St-Pélerin et sur une portion de la commune de Brévands. La ville de Carentan est assise en partie sur le diluvium : il est reconnaissable à ses cailloux roulés assez variés, ce sont des grès siluriens portant des empreintes de *Scolithus linearis*, du calcaire liasique avec *Gryphæa arcuata*, du calcaire de la craie avec cranies, des oursins et autres fossiles indéterminables du même terrain, des silex gris, bruns, blonds avec empreintes de plantes marines, du porphyre vert roulé, des grès du dévonien et des schistes micacés. Ces fragments de roches sont accompagnés sur quelques points d'une

grande quantité de sables ou d'argile, tantôt rougeâtre tantôt jaunâtre, sableuse lorsqu'elle repose sur les sables. Si de la ville nous nous dirigeons vers St-Cosme-du-Mont, nous arriverons au pied d'un mamelon de plus de trente mètres d'élévation, au pied duquel nous trouverons les graviers diluviens dont les traces remontent jusqu'à moitié du point culminant.

Au Sud et à l'Ouest de Carentan, les dépôts caillouteux diluviens existent encore sur le plateau formé par les communes comprises entre la rivière de la Taute et le chemin qui, partant de Périers, passerait sur les communes de Lessay, de Millières, du Plessis, de Prétot, des Moitiers, suivrait les bords Sud et Nord de la Sangsurière jusqu'à St-Sauveur-de Pierrepont et même jusqu'à Portbail. La jonction de ce terrain sur les deux rives de la Taute et sur les deux côtés du chemin que nous venons de tracer, nous est cachée sous la tourbe de nos marais. Effectivement, nous voyons de chaque côté le diluvium descendre des hauteurs pour plonger au fond des vallées où coulent les rivières de la Taute, la Douve, la Sève, et plusieurs ruisseaux. Ces dépôts consistent souvent en sables d'un gris blanc et d'argiles très-sableuses d'un brun-rougeâtre contenant des graviers et des fragments anguleux de grès et de silex fossilifères de couleurs variées. On y trouve aussi spécialement à Raids les mêmes roches qu'à St-Eny. Les quartz de toute nuance, les lydiennes, les grauwakes, les métaxites, le conglomérat coquillier réunis à de petites portions d'argiles bleues, blanches ou rouges, endurcies n'y font point défaut. Les sables variés avec ou sans pierres roulées sont très-abondants sur la route de Carentan à Baupte ; quelquefois ils sont remplacés momentanément par des argiles rouges contenant presque toujours de petites

trainées de galets et de graviers. Nous les avons remarquées sur deux points principaux de la commune de Méautis ; l'un dans une pièce de terre, en face du chemin des Bohons, l'autre sur le bord de la route de Carentan à Baupte aux limites de Méautis et d'Anvers. Sa puissance varie de cent à cinq cents mètres. (1)

Nous noterons en passant quelques uns des faits les plus remarquables que nous rencontrerons. A la ferme de la Jonbardière, triage de Rougeval, sur Carentan, et à 20 mètres d'altitude, on a creusé, il y a plusieurs années un puits à une profondeur de près de dix mètres, à mille mètres du marais et à 400 mètres de la route Impériale de Carentan. A la surface du sol et sous la couche végétale se trouvent les argiles rougeâtres et jaunâtres avec quelques graviers, ensuite une couche de limon grisâtre pareil à celui du Bosc-d'Aubigny, et renfermant comme lui, des Buccins en grand nombre et beaucoup de Cyprœa analogues à ceux de nos mers actuelles. Nous avons aussi recueilli avec ces mollusques des os roulés de même espèce que ceux d'Orglandes. Ils ont environ un décimètre et demi de longueur, sont brisés aux extrémités et restés à l'état de carbonate de chaux. La partie extérieure est d'un jaune ocracé à cassure mate ; à l'intérieur la cassure est résineuse et présente l'aspect du quartz résinite brun-rougeâtre. La dernière couche, celle du fond, se compose d'argiles noirâtres ou bleuâtres schisteuses micacées solides.

(1) Dans les fouilles faites pour la recherche de la houille on a creusé à une profondeur de 500 mètres au moins dans les argiles, qui se présentaient toujours à la sonde ; le sondage a été abandonné. La pièce de terre près de la Fourchette de Coutances est exploitée pour la fabrication de la brique et de la tuile.

Dans la commune de Saint-Georges-de-Bohon, on a creusé, il y a près de six mois, dans la cour du presbytère, un puits dans les mêmes conditions que le précédent et qui a donné les mêmes résultats. A cent mètres environ de ce puits, nous avons découvert, à deux mètres de profondeur, des concrétions calcaires semblables à celles du Bosq d'Aubigny, et à 600 mètres plus loin, vers le S.O., nous avons vu dans une argile grisâtre, à la ferme de la Meslière, des dents plus ou moins roulées de Lamantin. A une distance de deux kilomètres dans la direction du Sud, un puits fut également creusé près de l'église de St-Eny, il y a une cinquantaine d'année. Sous la terre végétale on rencontra une argile gris-blanchâtre, et à une profondeur de près de dix mètres le fond du puits était pavé d'ossements roulés, associés à des galets provenant des syénites, des diorites et d'autres roches dont le gisement se voit dans les environs.

En parcourant la ligne que nous avons tracée, des environs de Périers à Saint-Sauveur-sur-Douve, nous retrouverons l'attérissement diluvien inférieur avec les mêmes éléments que nous lui connaissons; néanmoins les fragments anguleux des roches y sont parfois plus fréquents. La majeure partie des pierres roulées, arrachées aux rochers voisins, sont formées de métaxites de toutes nuances; les silex s'y montrent avec des débris de schistes micacés et de roches appartenant au terrain houiller sur les bords duquel ils se sont déposés. Les mêmes alluvions existent à Saint-Jores, à 5 kilomètres Est de Prétot et sur une portion de Vindefontaine. Dans cette dernière localité, elles consistent non seulement en graviers et galets, mais aussi en argiles rougeâtre, jaunâtre, grisâtre, assez abondantes pour être employées à la fabrication de la poterie. L'argile disparaît insensiblement et

se trouve remplacée par des sables argileux variés en couleur, associés à des galets provenant des roches du grès dévonien dans lesquelles se rencontrent quelques fossiles.

En approchant du Pont-l'Abbé, sur Picauville, les argiles recouvrent les sables et présentent à la partie supérieure un alternat de sable et d'argile, mais à la descente de la rampe qui précède le pont, les argiles ont presque disparu.

La vallée où coulent la Douve et les petits ruisseaux qui vont s'y rendre, depuis le Pont-l'Abbé à St-Sauveur de Pierrepont nous offrent, sur les côtés qui les bordent, des traînées ou amas de cailloux quartzeux, des métaxites etc., atteignant la grosseur de la tête et mêlés à des fragments de silex. Ces derniers souvent d'un assez fort volume prédominent à Selsouëf sur le côteau qui s'incline vers les marais.

Retournons à Picauville. En quittant le bourg vers l'Ouest nous verrons le terrain de transport invariablement composé des mêmes matières. Ce sont toujours des sables jaunâtres, des pierres roulées de quartz blanc, de gris, de rose, de grès silurien et dévonien, de gros fragments anguleux de quartzite et de silex peu roulés dans lesquels sont des Oursins et des Télébratules réunis à des argiles ocreuses à la partie supérieure. Ces alluvions ont été mises au jour, en face de l'hospice du Bon-Sauveur, dans une pièce de terre que l'on défonçait pour la convertir en jardin; elles reposent immédiatement sur l'infra-lias ou calcaire de Valognes.

Le sol de la commune d'Etienville est formé des mêmes alluvions, mais une partie des fragments de roches sont d'un très-fort volume. On voit dans les excavations que l'on a faites pour extraire le gravier qui sert à l'entretien

des chemins, des blocs qui mesurent près de deux mètres sur un sens et un mètre sur l'autre. Il s'en trouve plusieurs de ce volume sur le bord N. du marais, d'autres sont moins voluminenx et arrivent par degrès à l'état sableux ; tous sont roulés ou au moins usés, c'est-à-dire arrondis sur les angles. La plupart viennent du terrain dévonien qui a son gisement sur le côté des Moitiers en Bauptois, opposé à celui d'Etienville.

Le même attérissement diluvien s'étend sur la commune de la Bonneville, sur une partie de Rauville-la-Place où il consiste en sables provenant de la décomposition d'un porphyre rougeâtre dont on voit percer une pointe près de l'église. Une partie des communes de Reigneville et de celles qui contiennent des argiles à foulon avec os roulés sont aussi recouvertes par les mêmes alluvions. La même formation existe encore à Colombie, Magneville, dans les environs de Néhou, à Gourbesville, à Négreville, Morville, Lieusaint, Hemevez, Urville, Le Ham, Sortosville, et se prolonge sur Flottemanville-Bocage, toujours avec les mêmes éléments ; cependant au hameau Pépin les poudingues sont peu solides et recouverts d'un oxide qui nous semble être du manganèse.

Les communes de St-Floxel, Montebourg, d'Eroudeville et de St-Cyr appartiennent également au diluvium. Les deux dernières nous ont présenté des faits qui ne se sont pas rencontrés jusqu'ici.

Il y a une trentaine d'années, on a découvert à Eroudeville, en enlevant le diluvium pour extraire les métaxites et arkoses qui s'emploient à la bâtisse et autres usages, on a découvert disons-nous, dans l'attérissement diluvien et à près de quinze mètres de profondeur, sur les métaxites, de gros blocs de granit, dont les uns étaient du

poids de cent vingt kilogr. environ et d'autres d'un poids inférieur. Ce granit nous a paru étranger au pays. Dans tous les cas, son gissement se trouvât-il dans la Manche, il n'aurait pu être amené dans ces lieux que de Flamanville. Au mont Busnon, sur St-Cyr, d'où l'on enlève le gravier pour le balast, nous avons vu dans le diluvium des branches d'arbres de nuance jaunâtre mesurant un mètre au moins de longueur avec un diamètre d'un centimètre. Ces branches se divisent presque toujours en tronçons de huit à dix centimètres lorsqu'on essaie de les enlever de leur gangue. Elles sont composées des mêmes éléments que le métaxite qui se les était unies lors de sa formation. Ces végétaux ont été enlevés de vive force à ces roches, qui ont cédé en même temps une grande partie de leurs débris aux alluvions anciennes. Les branches sont couchées à plat au milieu des graviers dans le sens du N. E. au S. O., direction que suit le terrain de transport en inclinant vers le ruisseau qui coule au pied du petit côteau, et vers lequel incline également, mais en sens inverse, celui qui se trouve sur Flottemanville.

Les galets de cette formation sont de diverses grosseurs, comme il arrive dans tous les dépôts que nous avons observés, les plus gros sont généralement en dessous, les moyens viennent ensuite et sont recouverts par des galets plus fins, qui se terminent à la surface du sol par des graviers ou sables grossiers que nous masquent des argiles sableuses. Les débris de roches qui forment ce diluvium viennent particulièrement des métaxites qui sont sur les lieux, de grès silurien, de quartz variés, de filons de quartzites, de schistes micacés, de fragments de silex, de marnes endurcies, de la craie avec petits fossiles, de roches tertiaires et de débris de la forme d'un carré long et arrondis sur les angles, de végétaux

ligneux silicifiés d'un gris foncé, que les tissus annoncent être de la famille des Monocotylédones.

Cette alluvion qui se montre depuis les limites Ouest de la commune d'Ozeville, acquiert une grande puissance au Mont-Busnou, traverse la voie ferrée, à la gare du Ham, et va rejoindre vers l'Ouest le même dépôt.

Quelque fois, comme on peut le voir au mont Busnou, ce dépôt est coupé verticalement par une espèce de mur consistant en une argile solide, d'un rouge jaunâtre et d'un gris cendré, un peu micacée, très-sableuse, renfermant de petits graviers siliceux en grand nombre ; à celle-ci succèdent des argiles d'un brun rougeâtre ou grisâtre pures cachées sous la terre végétale. Les graviers sont souvent enveloppés dans une sorte de limon, résultat de la désagrégation du nouveau grès rouge (Keuper) qui est sous-jacent. Cette circonstance particulière, de composition de poudingues peu solides, se trouve sur beaucoup de points de notre golfe.

Quittons pour quelques instants le bassin du Cotentin dans lequel nous venons d'étudier le diluvium inférieur qui recouvre le terrain Keupérien et parcourons les diverses régions de la Manche qui nous offriront les mêmes alluvions de l'assise inférieure, soit sur les terrains granitiques, soit sur les roches de leptynolite, soit sur les talcites, soit enfin sur chacune des formations géologiques de notre pays.

En comparant entr'eux ces dépôts alluviens, nous pourrons constater qu'ils varient selon la nature des roches qui les supportent et qu'enfin les débris qui concourent à leur formation sont moins nombreux en raison de leur plus grande distance du point de réunion.

Si nous visitons les contrées des roches granitoïdes comprenant les granits, syénites, diorites, pegmatites, pro-

togines, amphibolites, harmophanites, serpentines, etc., nous verrons que les dépôts qui recouvrent leur base proviennent pour la plupart d'un commencement d'altération et de décomposition. Plus tard les alluvions anciennes remaniant ces dépôts les ont souvent transportés sur d'autres lieux, mais toujours à de faibles distances sauf quelques cas exceptionnels. Les argiles qui en résultent renferment des blocs plus ou moins volumineux sous forme parfaitement arrondie ou un peu oblongue. Le canton des Pieux nous en fournit bon nombre d'exemples. Le chemin qui mène de ce bourg à Diélette par l'église de Flamanville et l'autre voie qui part du bas de ce bourg en face de celle de Briquebec, nous offrent, au milieu d'une terre argileuse micacée, reposant sur les roches granitoïdes, des fragments de silex, de quartz, de filons de jaspes, nuancés de rouge, de blanc, de brunâtre, de noirâtre et de verdâtre. Le même jaspe quoique solide se voit aussi quelquefois à texture cariée. Il est assez répandu dans les champs de terre de ce pays en morceaux de toute grosseur, depuis celle du poing à celle d'un pois.

Nous retrouvons les mêmes alluvions dans la Hague, canton de Jobourg; dans le Val-de-Saire ; à Saint-Sauveur-le-Vicomte ; au Vretot ; dans les environs de Coutances ; sur la ligne ou bande de terrain qui part de Marigny et se rend à la mer ; dans les arrondissements d'Avranches et de Mortain; dans le bourg de Sourdeval-la-Barre ; à Barenton ; à Saint-Cyr-de-Baille-ul, etc.

Les différentes roches qui ont concouru à la composition de ces dépôts diluviens, sont celles que nous venons de désigner et auxquelles nous ajouterons les roches porphyroïdes. Ces sédiments sont formés de

détritus dont les éléments sont l'acide silicique, l'alumine, l'oxide de fer, le carbonate de chaux, la potasse, la magnésie, la soude et quelquefois le fer sulfuré.

Les alluvions qui recouvrent les leptynolites (roches maclifères) du bourg des Pieux et de quelques communes environnantes, consistent en argiles kaoliniques, tantôt rougeâtres, tantôt blanchâtres et tantôt grisâtres sableuses, renfermant des portions de la roche sous-jacente mêlées à des fragments de quartz, de granit, de phyllades et de grès quartzeux non usés sur les angles.

Dans les arrondissements d'Avranches et de Mortain, l'attérissement diluvien que l'on remarque sur les leptynolites se compose de parties tenues et fragmentaires enlevées à ces roches. Il est représenté par des sables siliceux, micacifères, argileux, grisâtres, recouverts presque toujours d'un lit d'argile rougeâtre. Ce dépôt renferme aussi de petits fragments de quartz blanc amorphe, de pegmatite, de schistes cumbriens et d'agglutinations de cailloux quartzeux cimentés par une argile ferrugineuse, ou minerai de fer argileux (fer hydroxidé).

Nous ne séparerons pas de ces sédiments alluviens ceux qui proviennent des schistes et grauwackes de ces localités. Toutes ces roches ont concouru dans les mêmes proportions à peu près à cette formation.

Nous avons déjà fait connaissance avec les matériaux qui composent le diluvium gris répandu sur notre terrain de grauwacke, mais ce n'était que sur les régions formées de grauwacke à grains fins. Si nous jetons un coup d'œil sur l'aspect du pays dont les roches cumbriennes sont à gros grain, le diluvium sera composé de pierres roulées d'un plus gros volume, descendant cependant jusqu'à l'état de sable.

Les éléments constituants sont très-variés et proviennent en grande partie des roches sous-jacentes et de celles des contrées environnantes. Tantôt ce sont des grès blancs, des quartz blancs, de gris, de verts, de blonds, de rouges, des calcédoines roulées, comme à Couvains, au Pont-Hébert ; tantôt on y voit réunis des fragments anguleux de schistes rouges, roses, verdâtres avec fer oxidé hydraté par plaques plus larges que la main formant ensemble des espèces de poudingues, à Chiffrevast près Valognes, à Domjean, Troisgots, sur le plateau de Villedieu à Coutances, Gavray, Torigny, Lande d'Orval, etc. Nous retrouverons les mêmes dépôts à St-Germain-le-Gaillard, mais ici nous ajouterons au nombre des débris roulés des pegmatites, des porphyres, des pétrosilex, des lydiennes, des phtanites, dépôts qui continuent à se montrer à Couville, à Tamerville et autres lieux.

Le même attérissement se retrouve sur une grande partie du sol de la Hague, du Val-de-Saire; il passe par Barfleur, le mont de la Pernelle, Quettehou et va se réunir au même terrain, près de Valognes.

Toutes ces alluvions contiennent généralement en plus ou moins grande quantité des débris de silex roulés ou anguleux et reposent entre elles en stratification concordante, présentant des lits alternatifs de sables, de galets se terminant à la surface du sol par des argiles de plusieurs nuances.

Partout sur les hauteurs d'Auderville, à Couville, à Grosville, près de Coutances, on les voit sur les arkoses, en stratification discordante.

Nous placerons sur le même horizon les gissements que l'on rencontre sur le plateau de St-Pierre-Église et de Lestre et dans les environs de St-Jean-de-Daye, Ma-

rigny et Rampan, dépôts que les savants auteurs de la carte géologique de France ont séparés du diluvium pour les rapporter aux alluvions anciennes de la Bresse et aux meulières. Rien dans la position de ces attérissements ne nous a paru justifier la séparation de ce terrain.

Nous venons de terminer l'étage inférieur du diluvium, mais avant de passer à l'étage supérieur, nous dirons un mot sur quelques faits qui ont eu lieu dans la période précédente.

Un des phénomènes le plus remarquable qui se soit passé sur notre continent pendant l'époque quaternaire, lorsque les grands courants d'eau dont nous avons parlé se précipitaient avec violence sur la surface du globe, fut le creusement des vallées et du chenal de la Manche à travers les terres rocheuses qui unissaient Brest au cap Lizard, et séparèrent ainsi l'Angleterre de la Bretagne et de la Normandie. Ces différentes contrées formaient auparavant un même continent sans interruption, qui ne représentait dans ce temps là, comme toute l'Europe, que de vastes plaines marécageuses sillonnées par des rivières encaissées. Elles étaient parcourues par de grands mammifères pachydermes (hippopotames), et les forêts étaient peuplées de nombreux troupeaux de rhinocéros, d'éléphants, de mastodontes, etc., ainsi que nous l'avons déjà vu.

Tous ces animaux surpris par les torrents durent chercher leur salut dans la fuite. Ce fut vers le nord, en Angleterre, qu'ils émigrèrent immédiatement avant l'entier percement du canal de la Manche. Une partie périrent dans cette débâcle et les autres s'en allèrent porter leur dépouille sur la terre d'Angleterre. Aussi est-ce dans ces régions que l'on rencontre, en plus grande

abondance, dans les dépôts quaternaires, les ossements de ces mammifères.

A ces vastes inondations qui ont dû changer la surface de nos contrées, nous devons ajouter les mouvements du sol et les dénudations qui ont exhaussé les côtes de notre presqu'île et ont, jusque dans les temps historiques, submergé les forêts littorales, comme nous le verrons bientôt.

Ces grands mouvements du sol et ces dénudations se sont opérés sur un espace enveloppé par les formations de la partie Sud des côtes d'Angleterre jusqu'au cap Lizard, et des côtes Nord de France depuis la Bretagne jusqu'à Anvers, si nous en jugeons par l'identité du terrain qui constitue les deux rivages. En effet, vis à vis de la Cornouaille et du Devonshire, la Bretagne nous offre de grandes étendues granitiques et des dépôts puissants de roches schistenses. Dans le Cotentin, nous retrouvons des roches talqueuses et chloriteuses, des roches quartzeuses et schistenses siluriennes, des roches syénitiques, etc. qui appartiennent à cette époque.

Ces grands évènements ont eu lieu entre le dépôt de cailloux roulés (diluvium gris) et l'alluvion ancienne (diluvium rouge), d'après M. d'Archiac. En effet, selon ce savant, l'alluvion ancienne s'amincit à l'Est vers les côtes de la Manche, et de l'autre côté du détroit elle manque tout-à-fait, car il n'y a point eu en Angleterre de phénomène général après le dépôt des cailloux roulés avec ossements de grands mammifères, circonstance due probablement soit au relèvement des couches des deux côtés de la Manche, soit à ce que la séparation de l'île du continent a eu lieu immédiatement après l'accumulation des cailloux roulés. Tout doit faire penser que la rupture n'est pas antérieure à la destruction des grands mammi-

fères et qu'elle est un des effets de la grande cause qui l'a déterminée.

La destruction de la faune quaternaire a eu lieu selon toute probabilité dans les Iles Britanniques au même instant que dans l'Ouest de l'Europe, non-seulement par les effets précédents, mais aussi par l'émersion et non l'immersion d'une partie de l'Angleterre.

Une fois cet acte de dévastation accompli, il s'opéra un temps de calme pendant lequel les eaux les moins agitées ne cessaient de se promener sur cette terre désolée, déposant partout sur leur passage les matières sableuses et argileuses qu'elles tenaient en suspension. Ce dernier dépôt nommé diluvium rouge recouvre presque constamment le diluvium gris. Nous allons examiner les différents lieux sur lesquels il s'est déposé.

Le nom de diluvium rouge qui lui est donné vient de la présence du fer qui colore ces argiles, d'où leur est venu le nom de terre rouge.

Le diluvium rouge qui s'est formé sur l'infra-lias de Valognes, d'Orglandes, d'Ivetot, de Picauville, etc., est représenté par des argiles noirâtres ou jaunâtres sableuses qui, sur quelques endroits, notamment à Yvetot, ont rempli des crevasses de près de 8 à 10 mètres de profondeur sur deux de largeur. Ces argiles contiennent quelques petits débris de silex et de grès roulés provenant des terrains silurien et dévonien. Les lits supérieurs ont été labourés dans la direction du N. E. à peu près, par de forts courants qui ont enlevé assez irrégulièrement une portion de la surface, de manière à présenter soit des garnitures crénelées, soit des formes bizarres qui, l'imagination aidant, ont été prises pour des espèces d'animaux qui n'ont apparu sur le globe que bien des cent mille années plus tard. Les courants

diluviens auront épargné des parties solides de la roche, tandis que les autres, d'une texture plus lâche, auront cédé sous l'érosion des eaux et aux agents atmosphériques. Le vide qui en est résulté a été rempli par les argiles noirâtres qui lui donnent l'aspect de vieilles cheminées en ruines, dont on apercevrait encore des vestiges de suie le long des parois.

Dans les communes de Carquebut, de Chef-du-Pont, etc., l'infra-lias est recouvert par une argile rougeâtre reposant sur un lit de sable et gravier à débris de quartz blanc et de grès de grosseur inégale, la plupart médiocrement usés par les eaux et répandus inégalement sur le sol. A Carquebut et à Chef-du-Pont les argiles rougeâtres passent au verdâtre et au grisâtre faiblement micacé. Les étages du lias inférieur, moyen et supérieur ont reçu des dépôts d'argiles jaunâtres, rougeâtres quelquefois sableuses, mêlées à la surface du sol à quelques petits cailloux roulés et à d'autres anguleux de schistes micacés, de grès dévoniens, de grès ferrugineux et de silex en petit nombre provenant du même terrain, à grande cassure conchoïdale ; quelques-uns sont parsemés de grains oolitiques et portent des empreintes d'Ammonites du lias supérieur. Cette assise se trouve disséminée par lambeaux sur le plateau du lias de Ste-Mère-Eglise et sur les pentes du terrain ancien.

Sur le calcaire grossier et sur le terrain crétacé, nous avons remarqué à Fresville, au Port-Bréhet et à la ferme de la Vauville, l'étage inférieur du diluvium surmonté par une argile ou glaise brunâtre ou noirâtre renfermant quelques fragments de petits silex et d'autres roches. A la Bonneville les dépôts tertiaires sont recouverts par une argile brun-verdâtre. A Nehou, c'est une argile jaunâtre diluvienne que l'on rencontre. Enfin les autres dé-

pôts alluviens qui sont répandus sur le sol de ces contrées se composent de limon ou d'argiles ocreuses soit ferrugineuses, soit noirâtres ou brunâtres ou verdâtres associées à de petits fragments anguleux de grès, de quartz et de silex.

La plupart de nos roches siluriennes, dévoniennes et du keuper sont accompagnées d'argiles diluviennes de différentes couleurs, roses, rouges, ferrugineuses, bigarrées, présentant quelquefois une assez grande puissance, mais communément elles n'ont que quelques décimètres à un mètre. Elles sont exploitées dans plusieurs localités pour la fabrication des briques et des grosses poteries.

On les voit particulièrement sur les communes de la Chapelle-en-Juger, de Montrond, section de Néhou, de Sauxmesnil, de Sottevast, Vindefontaine, Bricquebec et autres lieux. On les retrouve en abondance, mais mélangées à une assez grande portion de kaolin, dans le canton des Pieux, jusqu'au village des Curés sur Grosville. Ces mêmes argiles reparaissent à l'entrée du bourg de Bricquebec, route de Carteret, près de la fontaine minérale.

Si nous parcourons les communes des Perques, du Vretot, en un mot une partie des communes qui forment les arrondissements de Valognes partie Ouest et de Cherbourg, nous ne trouverons presque pas de cailloux roulés, mais nous rencontrerons entre la première couche et la terre végétale une grande quantité de fragments brisés et angulaires, quelquefois un tant soit peu usés sur les angles. Ces débris proviennent de la roche sous-jacente et sont associés à des masses souvent prodigieuses d'argile tantôt rougeâtre, tantôt blanchâtre maculée de taches jaunâtres, tantôt pure, tantôt arénifère, quelquefois bigarrée et presque toujours kaoli-

nique. Sa puissance varie de un décimètre à un mètre

Le kaolin qui entre dans la composition de ces argiles provient des roches d'épanchement qui sont abondantes dans ces cantons. Les eaux leur ont enlevé toutes les parties déjà décomposées ou altérées; celles qui étaient solides ont dû céder contre les flots incessants qui les corrodaient et les désagrégeaient.

Nous ne devons point considérer comme appartenant au diluvium les argiles bigarrées kaoliniques, ainsi que nous l'avons déjà dit quelque part, les roches pyrogènes décomposées, telles que porphyres, pétrosilex, etc., qui ont tout à fait l'aspect extérieur d'argiles diluviennes. Celles-ci désignent un dépôt formé mécaniquement dans les eaux ; les autres, au contraire, sont toujours restées en place et ont en partie résisté à l'action érosive des eaux ; quoiqu'elles soient altérées ou décomposées, elles portent cependant, en témoignage de leur entière conservation, les filons de quartz hyalin qui les ont traversées et leurs fissures sont dans le même état qu'elles étaient avant leur décomposition.

On doit ranger, selon nous, parmi les dépôts d'alluvions anciennes, ces brèches et poudingues dont les diverses parties sont reliées ensemble par une argile ferrugineuse et les minerais de fer hydraté que l'on exploite dans notre département sur les communes de Sauxemesnil, de la Pierre-Ruible, commune de Tourlaville, de Mortain; ceux dont on rencontre des traces dans les communes de Fierville, de Saint-Maurice, de la Haie-d'Hectot, etc. Mortain seul offre encore une usine en activité (les forges de Bourbe Rouge).

Ces minerais se rencontrent, soit à la surface du sol, soit dans des cavités superficielles.

Les sources d'eaux minérales ferrugineuses se sont

montrées à plusieurs époques de la vie de notre globe : les terrains cumbrien, silurien et dévonien portent des marques de leur présence, entre leurs assises, dans leurs fissures et sur une partie de leurs roches mêmes. Elles forment quelquefois des dendrites remarquables sur le plan de ces roches, quelquefois elles ont pénétré jusque dans le cœur de ces mêmes roches. Il est probable que ces eaux ferrugineuses se sont infiltrées dans le temps où se déposaient les matières en voie de consolidation.

En général les sources minérales qui ont surgi pendant les alluvions anciennes ont rempli d'assez vastes cavités, ainsi qu'on peut le voir dans les lieux que nous avons cités. Une fois ces réservoirs remplis, les eaux chargées de matières ferrugineuses se répandaient aux environs, où elles formaient des espèces de nappes d'une assez grande étendue.

Le fer ainsi déposé offre des variétés assez tranchées; l'un est très-dense quoique caverneux, d'un rouge-brun assez foncé, très-cohérent. D'autres sont plus ocracés et bien moins durs; enfin quelques-uns sont d'une belle couleur irisée. On remarque au milieu de ces minerais des fragments quelquefois assez abondants de grès silurien qui, arrachés à la paroi des roches qui entourent le minerai, accusent une grande agitation dans ces espèces de petits lacs avant la consolidation du minerai.

## 12e époque. — ALLUVIONS MODERNES.

Synonomie : Alluvions récentes, Terrain post-diluvien, Post-diluvium, etc.

Les alluvions modernes comprennent tous les dépôts qui se sont formés depuis les alluvions anciennes. Ces dépôts sont assez variés dans leur composition.

Ils sont représentés dans la Manche par des dépôts de tourbe, par les restes d'une forêt sous-marine qui atteste une dépression lente des côtes de notre pays, par les alluvions de quelques vallées et enfin par les atterrissements de vases, de sables et de coquilles que la mer forme chaque jour dans un grand nombre de petites baies du rivage.

Cette époque commence une ère nouvelle de calme et de tranquillité qui n'est troublée par aucun bouleversement remarquable : sa faune et sa flore diffèrent peu de celles du diluvium.

Ces dépôts présentent des produits très-variés qui sont des équivalents d'une même formation; en d'autres termes, aucun de ces dépôts n'est ni supérieur ni inférieur à un autre, étant tous contemporains.

Dépôt terrestre.— Tourbe des montagnes, connue sous le nom de terre de bruyère, composée de détritus de mousses, de lichens, de graminées, de feuilles d'arbres, de bruyères qui, accumulés par un long temps, se convertissent en une matière d'un brun noirâtre exploitée pour combustible dans nos pays sous le nom de blête. On en voit en abondance dans les contrées couvertes de forêts, à Bricquebec, à Montebourg, Montcastre, Saint-Sauveur-

sur-Douve, dans les arrondissements d'Avranches, de Mortain, de Saint-Lo et de Cherbourg.

Nous avons observé une petite formation de tourbe, sur une élévation de près de cent mètres au-dessus du niveau de la mer, à la ferme de Bouville, sur le Vretot. Le combustible était noir presque homogène, se gerçait en se desséchant et ne présentait plus qu'une pâte ligniforme. Un seul chêne d'un mètre au moins de circonférence était resté debout dans cette tourbière, au-dessus de laquelle il ne présentait de son vieux tronc que dix ou douze centimètres au plus. La tourbe reposait sur une argile jaunâtre, glaiseuse, renfermant des fragments anguleux de roches siluriennes. Elle était recouverte d'une couche d'un décimètre d'épaisseur d'argile rougeâtre tirant sur le jaunâtre, contenant des debris de la roche sous-jacente (silurienne)

La portion de chêne renfermée dans la tourbe avait son écorce remplacée par une bague ou bande circulaire de fer sulfuré, lequel avait pris, sur sa partie intérieure, l'empreinte des nœuds et autres accidents de la forme du végétal. Au-dessous de la tourbe, c'est-à-dire dans la tourbe où étaient les racines, le chêne était à peu près à son état normal; la partie exposée à l'air avait acquis le même degré d'altération que l'on remarque dans les chênes de nos grandes tourbières (1).

Dans la même commune et à une élévation inférieure, au lieu dit la Boissellerie, en creusant dans une dépression du terrain pour asseoir les fondements du pont neuf, on a trouvé une tourbière dans laquelle des feuilles, des branches et des fruits de coudriers étaient parfaitement conservés. Un fait très-remarquable, dont nous

(1) Ce petit dépôt n'existe plus, il est converti en prairie.

ne pouvons nous rendre compte, est la découverte d'un morceau d'antiracite cristallisée au milieu de ces débris végétaux.

Tourbe des vallées. — Les vastes tourbières du Cotentin qui se sont formées dans nos marais, que l'on peut se représenter comme de vastes vallées, peuvent avoir une étendue approximative de 12,172 hectares. Elles sont placées sur les dépôts vaseux et caillouteux abandonnés par les eaux fluvio-marines d'alluvion. Leur gisement se trouve dans les arrondissements de Saint-Lo, de Coutances et de Valognes.

Leur première origine furent des mousses (Sphagnum palustre) trouvées dans les diverses localités où l'on est parvenu à découvrir le fond sur lequel était déposée la tourbe.

Cette substance, d'un brun noirâtre, se compose pour la partie supérieure, près de Carentan, de feuilles, de tiges et de racines de grands roseaux enlacées les uns dans les autres. Ensuite vient une tourbe presque homogène, qui se fendille en se desséchant; enfin la partie inférieure est occupée par une immense quantité de bois, de tiges et de branches d'arbres couchés dans tous les sens au milieu d'une tourbe brune et noire. Ces arbres, dont les analogues vivent sur les lieux, sont des bouleaux, des chataigniers, des chênes, des feuilles et des fruits de coudrier et de cerisier tenant encore à leur pédoncule et dont l'amande est réduite en poussière noirâtre. Les arbres sont dans un état de conservation qui permet de les utiliser, non-seulement comme bois à brûler, mais encore comme bois de construction.

Nous avons vu des cannes et des meubles fabriqués avec ce bois, qui avaient tout-à-fait l'apparence de bois des îles.

Lorsqu'on a creusé le canal qui va de Carentan à Saint-Lo, on a transporté dans cette dernière ville plusieurs centaines de stères de ce bois. Quelques portions de ces arbres ont été pénétrés jusque dans leurs parties les plus solides par du phosphate de fer (fer azuré). Le même minerai, à l'état terreux, enveloppe quelquefois aussi les racines et les végétaux qui composent ce combustible.

Dans les lieux où nous avons pu l'étudier, au Hautdick et dans le canal de l'hospice de Carentan, la tourbe nous a présenté de cinq à six mètres d'épaisseur; il est cependant fort probable qu'elle atteint de plus grandes profondeurs dans les marais. Quant à sa nature, elle est variable; sur quelques points, elle est fibreuse, mais, en général, elle est compacte.

Voici le nom des principaux marais qui renferment de la tourbe : Aubigny, Graignes, les Bohons, Cartanne, Saint-Eny, Anvers, Saint-Germain-le-Vicomte, Nay, Gomfreville, le Plessis, Gorges, Baupte, Saint-Jores, Appeville, Saint-Côme, Houesville, Liesville, Houtteville, Orglandes, Beuzeville-la-Bastille, Carquebut, Picauville, Gourbesville, Amfreville, les Moitiers en Beauptois, Etienville, Varenguebec, Saint-Sauveur de Pierrepont, la Sangsurière et plusieurs autres petites localités que nous négligeons de désigner.

Nos tourbières possèdent une grande élasticité, en sorte que l'on fait remuer une certaine étendue de ce terrain, en frappant un de leurs points.

Nous avons remarqué comme preuve de ce fait, dans les environs de la ville de Carentan et sur la ligne ferrée, depuis Saint-Hilaire jusqu'à Fresville, que, lors de l'établissement de ce chemin de fer, le marais, sur quelques points, prenait une forme convexe.

La tourbe de nos marais est quelquefois recouverte par un dépôt marin de limon sableux, confondu avec des dépôts fluviatiles et terrestres, graviers, petits cailloux roulés, qui y ont été transportés par des alluvions. D'autres fois la tourbe est recouverte d'argile seulement.

On ne doit pas regarder cette tourbe recouverte de dépôts sableux et argileux, comme d'une époque plus ancienne que le terrain moderne, puisque dans plusieurs localités, on a découvert, au milieu de l'argile, ainsi que dans la tourbe, des produits de l'industrie humaine, ainsi que nous allons bientôt le voir.

A Carentan, les dépôts sableux sont visibles sur une certaine étendue, vers l'ouest et la partie nord. On a creusé un canal en 1809, et il est à remarquer que plus on approchait du confluent des rivières de Taute et d'Ouve, au Haut-dick, plus ces dépôts acquéraient de profondeur. On reconnaît facilement ces terrains de transport aux débris organiques qu'ils renferment. Ce sont des lymnées, des planorbes, des paludines qui vivent encore sur les lieux, des débris de coquilles marines telles que modioles, huîtres, pecten, etc , espèces qui habitent nos mers actuelles.

Lorsqu'en 1844 on enleva les terres du Haut-dick pour la construction de l'écluse qui met en communication la mer avec le canal qui conduit au port, on trouva par trois mètres de profondeur plusieurs têtes de mammifères de l'espèce bœuf, des ossements de cheval, des bois de cerf, etc., mêlés à des os de grands cétacés.

En 1845, en creusant ce même terrain pour asseoir les fondements du quai du bassin, on mit à découvert, par 1 mètre 80, divers objets façonnés de main d'homme, des haches, des épées et de la poterie réunis à des ossements humains.

Nous avons trouvé dans le canal Moselman, sous les carrières à chaux de Bahais, les mêmes objets, plus une tête humaine, dont les dents détachées de leur alvéole, étaient passées à un état de phosphate plus avancé que le reste de la tête. C'est à cet endroit aussi que l'on voit la plus grande quantité de phosphate terreux.

Dans le même terrain, on a reconnu, par 2 mètres à peu près, une pirogue parfaitement conservée et construite d'une seule pièce, indiquant, par sa forme et son mode de construction, des peuples très-éloignés de la civilisation et à peu près dans la position sociale où sont les peuples sauvages de la mer du sud.

Quelques années auparavant, en fouillant le sol pour ouvrir un abreuvoir à une certaine distance du canal et dans le même terrain, on aperçut la moitié d'un canot semblable au premier, mais qu'on ne put enlever, au grand regret des amateurs, le propriétaire s'y étant expressément opposé.

Que les divers objets de l'industrie humaine soient trouvés dans le dépôt marin fluvio-terrestre, ou sur la tourbe, ou même dans la tourbe, ce fait aura peu d'importance, puisque ces dépôts sont de la même époque.

Cependant il est reconnu que la tourbe est antérieure aux dépôts qui la recouvrent. En effet, il a fallu aux dépôts tourbeux un certain laps de temps à se former, et ce ne fut qu'après sa complète formation que les eaux fluviatiles et marines ont pu y laisser leurs dépôts. Il est certain aussi que nos marais étaient alors couverts d'eau et que les habitants des bords de ces grands étangs communiquaient d'une rive à l'autre au moyen des pirogues que nous trouvons ensevelies sous ces terrains.

Résultats obtenus de plusieurs sondages opérés en 1845 pour établir les murs du quai du bassin de Carentan:

1° Terre végétale ..... 0m 40
2° Dépôts marins et fluviatiles..... 0m 50
3° Tourbe ..... 6m 00
4° Gravier..... 0m 60
5° Sables jaunes micacés..... 0m 40
6° Substance calcaire ayant l'aspect crayeux. 0m 20

Cette substance repose sur une espèce de pierre blanche solide de 0m 30 à 0m 40 d'épaisseur, recouvrant une nappe d'eau qui jaillit sur tous les points où l'on pratiqua le sondage. Cinq fois l'opération répétée offrit le même résultat, mais les couches augmentaient d'épaisseur à mesure que l'on s'approchait du lit de la Taute.

Le canal qui porte le nom de canal des Espagnols, au N. O. de la ville, distant de 500 mètres du bassin, présente les couches suivantes :

1° Terre végétale..... 0m 48
2° Dépôts marins fluviatiles.. ..... 0m 30
3° Tourbe composée de racines et de troncs d'arbres, essence de chêne, de cerisier avec ses feuilles, ses fruits et ses pédoncules, etc., avec de grands roseaux..... 3m 00
4° Substance calcaire, etc..... 0m 40

Lorsque ce canal eut acquis sa profondeur qui est de quatre mètres, il se passa un fait qui attira l'attention des habitants de la ville. Les puits de cette localité, qui n'est éloignée au sud que d'un demi-kilomètre au plus de ce canal, tarirent insensiblement, et l'eau ne reprit son niveau ordinaire que lorsque le canal fut rempli.

La ville est à un niveau un tant soit peu plus élevé que le canal, ce qui explique ce phénomène.

Revenons à la couche crayeuse trouvée dans les divers sondages. Cette couche ne proviendrait-elle pas de la grande débâcle diluvienne qui a dénudé le pays avant

la formation de nos tourbières et des autres terrains réeents ? Néhou, Golleville, Sainte-Colombe, Hauteville, Orglandes, Fresville, Chef-du-Pont, Cauquigny, ete., où se trouvent de petits bassins crétaeés et tertiaires, auront probablement fourni cette matière qui se sera déposée sur les bas-fonds du Cotentin, en traversant les vallées où coulent maintenant les rivières de la Douve et du Merderet.

On a reeonnu la même matière blanche à trois kilomètres ouest à peu près de la ville sur plusieurs points.

Le transport de eette matière peut avoir eu lieu en même temps ou peu après la dénudation de la eraie, lorsque les silex furent enlevés de vive foree de leur gisement pour être répandus assez abondamment sur une grande partie de notre département, ainsi que nous l'avons constaté dans la description du diluvium.

Dépots marins, des rivières et des sources. — La mer nous fournit aussi de vastes tourbières ou forêts sous-marines d'une époque fort reculée, détruites et ensevelies, soit dans nos marais, soit sous les flots de l'Oeéan.

Nous voyons ees dernières sur la eôte de Morlaix, aux environs des Sables-d'Olonne ; sur la plage de Bonrepos; dans la baie de Paimpol; le long des côtes du Finistère ; tout le long des eôtes de la Manehe jusque dans les environs de Dieppe, et entourant, en quelque sorte, tout le littoral de l'Angleterre.

Ces forêts sous-marines qui, dans le prineipe, ne devaient probablement n'en faire qu'une avee celles qui forment aetuellement nos tourbières, remontent, suivant toute probabilité, comme l'origine des dunes, au commencement de notre époque. Ce qui nous le fait présumer, c'est l'examen des débris qu'elles renferment ; ce sont des essences de bois qui croissent dans le pays, des

têtes de mammifères de l'espèce bœuf, des ossements de cheval, des bois de cerf, etc., mêlés à des ossements de grands cétacés, tous de l'époque actuelle. Nous y avons aussi rencontré des restes de l'industrie humaine, des fragments de poterie, des ouvrages en fer, etc.

En 1812, après une grande tempête, M. de la Fruglaye, se promenant près de Morlaix, fut stupéfait de voir la grève changée en une sorte de forêt fantôme. Partout il voyait des arbres renversés : les chênes, les bouleaux et les autres arbres étaient parfaitement reconnaissables. M. de la Fruglaye, qui était à cheval, suivit cette forêt l'espace de sept lieues. Sa longueur nous est inconnue, mais on peut présumer qu'elle s'étendait au moins depuis Morlaix jusque sous les côtes d'Angleterre. Tout le littoral de la Manche offre des traces de cette forêt sous-marine ensevelie dans une tourbe sableuse, au milieu de laquelle, à Surtainville, un monde de pholades ont fixé leur demeure.

Les habitants des communes des Moitiers, de Surtainville, de Tourlaville, de Bretteville, etc., ramassent pour leurs usages habituels, une certaine quantité de bois mis à découvert par la mer lorsqu'elle se retire assez loin du rivage, à l'époque des grandes marées.

La destruction de ces forêts résulte de phénomènes géologiques qui appartiennent principalement aux oscillations du sol. Effectivement, il est démontré que le sol est soumis à des oscillations lentes qui ont lieu sur toute la surface du globe, mais en sens différents. Nous voyons des contrées qui s'élèvent lorsque d'autres s'affaissent. Les côtes orientales de la Suède s'élèvent, tandis que la Norwége reste stationnaire. La Hollande et la Flandre se sont affaissées depuis l'époque romaine, etc. Nous donnons comme exemple de ces mou-

vements du sol, le littoral de la Manche, où ils sont bien constatés, même depuis les temps historiques. Nous savons que notre presqu'île n'a pas toujours eu la forme qu'elle a présentement : ses falaises, ses dunes et ses rivages ont changé à plusieurs reprises, et ce n'est que depuis 1244 qu'elle a pris définitivement la forme que nous lui voyons.

En 709, on venait d'achever le monastère du Mont-Saint-Michel. Deux des douze moines qu'y avait placés Aubert, évêque d'Avranches, étaient allés en Italie chercher des reliques pour enrichir leur nouveau monastère. Ils étaient partis, laissant le Mont-Saint-Michel en pleine forêt, à dix lieues de la mer. Lorsqu'ils revinrent, ils ne purent le retrouver. La forêt avait disparu, et le Mont était changé en une île. Il leur fallut une barque, et ils faillirent sombrer dans leurs arbres.

Vers l'année 1244 (1), une formidable marée inonda de nouveau notre rivage, en pénétrant jusqu'à 24 kilomètres de profondeur dans les terres, et acheva ainsi l'œuvre totale de destruction commencée en 709.

Avant cette invasion de la mer, l'évêque de Coutances passait à pied de cette ville à Jersey. Quelques documents parlent des droits de l'évêque au sujet d'une planche ou d'un pont qui lui servait de passage (2).

En effet, d'après les recherches de M. Athier, dit M. Quenault, ce passage devait se trouver à l'endroit

(1) Historiens de France, 21e volume.

(2) On cite le nom d'une famille Bonissent, qui avait été chargée, d'après les titres que M. l'abbé Marut a vus, de fournir la planche sur laquelle devaient passer l'évêque ou son archidiacre.

Voir les Mouvements de la Mer, par M. L. Quenault, ancien sous-préfet de Coutances.

nommé le Saut-du-Bœuf ou les Bouffins, rocher qui apparaît à marée basse et qui formait alors le prolongement de l'île dans la partie S.-E.

De ce littoral dépendent quelques groupes d'îles et d'îlots, qui tous doivent, selon nous, leur origine à la catastrophe qui a anéanti l'ancien rivage de la Neustrie.

Ainsi, ce ne serait que depuis 1147 années que le Mont-Saint-Michel, Jersey, etc., seraient séparés du continent.

Les envahissements de la mer se font encore chaque jour remarquer sur nos côtes, notamment dans la baie de la Hougue et dans le havre de Carteret. L'ancienne église de cette dernière commune, située sur le haut de la falaise, à 55 mètres au moins au-dessus de la mer, ne possède plus que le chœur à peu près et une partie du cimetière; la mer a sapé le sol sur lequel elle était construite, et bientôt il n'en restera plus de vestiges.

Plusieurs autres églises, entre autres celle de Saint-Germain-des-Vaux, placée sur l'anse de Plainvy, ont éprouvé le même sort.

A la Hougue, à Saint-Vaast, la mer cherche toujours à pénétrer dans l'intérieur des terres, d'où elle est refoulée par les endiguements qu'on ne cesse de lui opposer.

Les flots semblent, au contraire, abandonner le littoral des communes de Sainte-Marie-du-Mont, de Brucheville et de Brévands. Aussi des concessionnaires ne manquent pas de clore, au moyen de très-fortes digues, les terrains ainsi abandonnées par les flots, sous le nom de relais de mer, pour les livrer à l'agriculture.

Les dépôts fluviatiles et marins que nous avons vus en recouvrement sur la tourbe, dans un certain rayon du Haut-dick, sont aujourd'hui à un niveau inférieur, où chaque jour ils fournissent d'abondants engrais à l'agri-

culture, sous le nom de Tangue. Ils sont formés d'une combinaison de vase ou limon d'eau douce argileuse et marneuse, et de sable marin renfermant des parcelles de coquilles marines, et même des coquilles entières Lorsque ces dépôts contiennent des débris de corps marins décomposés ou en décomposition, ils prennent une couleur noire et répandent une odeur désagréable due au dégagement de gaz remarquables par leur fétidité.

On y rencontre une autre tangue, nommée sable dans le pays. Elle se compose de quartz à grains excessivement fins, au milieu desquels on voit de petits galets mêlés avec des coquilles marines, soit entières, soit brisées. Ce sable est quelquefois blanchâtre, et est employé en maçonnerie et dans l'agriculture, pour diviser les terres argileuses. La mer ne se contente pas de briser les rochers dont elle accumule ainsi les fragments sur la plage, elle pénètre jusqu'au cœur de ces masses pierreuses où elle creuse de vastes galeries qui ont quelquefois de grandes profondeurs. On voit à Carteret une de ces grottes désignée sous le nom de Trou-du-Serpent; à Flamanville, on en distingue plusieurs dont une se nomme le Trou-Baligan ; une autre, très-remarquable, est connue à la falaise de Jobourg, sous le nom de la Grande et la Petite Eglise, elles communiquent ensemble par une ouverture qui existe dans le fond, de sorte que l'on peut entrer dans l'une et sortir par l'autre.

A une assez grande distance de l'embouchure de nos rivières de la Vire, de l'Ouve et de la Taute, et non loin des côtes, il se forme dans la mer des amas considérables de sable et de gravier qui portent le nom de bancs de sables. Ce sont autant d'écueils pour la navigation. Il ne se passe pas d'années que l'on n'ait à déplorer la perte de plusieurs bâtiments brisés sur ceux connus sous le nom de banc de Fer et de banc de la Rouelle.

Les sables que l'on remarque sur nos plages proviennent de parties très-atténuées de roches quartzeuses, granitiques, phylladiennes, etc., qui sont sous les flots. Ils renferment, en général, du calcaire en plus ou moins grande quantité, résultant de la trituration de coquilles marines qui se trouvent au milieu de ces sables, soit brisées, soit entières, avec des galets de toute grosseur.

Les dunes ou monticules de sables que nous voyons établir une espèce de cordon littoral sur une partie de nos côtes, proviennent de ces mêmes sables que rejettent sans cesse les vents de la mer. Ces masses sableuses, dont quelques-unes ont jusqu'à trente mètres d'élévation, avancent, quoique lentement, mais d'une manière inquiétante, dans l'intérieur des terres. C'est particulièrement à Carteret, comme nous avons pu l'observer, qu'ils causent le plus de ravages. Le moulin des Douits qui, il y a une trentaine d'années, montrait encore une partie de sa toiture, n'existe plus, et il est fort probable que l'église, construite à l'est de ces dunes, sera ensevelie sous leurs sables dans un temps que l'on pourrait calculer approximativement, si l'on ne fixe leur marche envahissante. Les dunes de la commune de Nacqueville ont été, à plusieurs reprises, depuis un certain nombre d'années, entamées fortement par l'effet de coups de mer ; la dernière fois, une portion de ces petits monticules a présenté un spectacle intéressant qui fait époque dans l'histoire de notre presqu'île, nous voulons parler de cet ossuaire recouvert par le Psamma arenaria et peuplé de débris de cerfs, tels que têtes, bois, dents, etc.

Ces débris n'ont point été roulés, par conséquent n'ont point été entraînés à la suite d'une révolution subite et violente, mais les animaux auxquels ils appartenaient ont dû vivre sur les lieux mêmes où on les rencontre, et

cela pendant plusieurs générations, comme le prouve leur abondance et l'intégrité parfaite des ossements qui n'ont été, ainsi que nous venons de le dire, ni usés par l'action des eaux ni remaniés.

Ces animaux accusent la présence de l'homme. Plusieurs andouillers ont été attaqués par les dents de la scie ou d'un instrumeut remplissant le même office, ce qui démontre leur antiquité, car aujourd'hui il ne serait pas possible de faire la même opération sur ces bois passés à l'état fossile et ayant perdu tous les éléments solides qu'ils offraient peu de temps après leur destruction.

On voit des fragments de poterie mêlés dans le sable avec les ossements de cerfs et divers ouvrages en fer, non-seulement dans les dunes, mais aussi dans les environs et dans la commune de Sainte-Croix-Hague.

Toutes nos rivières présentent des dépôts alluviens modernes soit à leur embouchure, soit à leurs confluents et aussi aux ponts établis sur leurs cours. Il n'est pas rare de voir des ponts construits avec cinq, six et même sept arches dans des temps très-éloignés de nous, n'en conserver qu'une, deux ou trois au plus, les autres ayant disparu sous les sédiments charriés par les eaux. C'est ainsi que se trouvaient les arches de l'ancien pont de Saint-Paul, entre les Perques et le Val-de-Cie, etc., avant qu'il ne fût reconstruit, il y a quelques années.

Au moyen âge il y avait, au pont Douve, un pont qui dépendait de la ville romaine de Crociatum (Saint-Côme). Ce port était au lieu appelé le Pont-Douve, à l'embouchure de la rivière où la mer montait. Depuis ce temps et même avant des temps encore plus reculés, la mer remontait plus haut, comme le témoignent les noms de ports, caps, etc., conservés sur beaucoup de lieux de nos communes éloignées de la mer.

Depuis cette époque, des attérissements successifs ont comblé la rivière jusqu'à la mer, de sorte que ce point de son embouchure porte maintenant le nom de Penesme, Penes-mare, près la mer.

D'où l'on peut conclure que la mer a séjourné longtemps sur les marais du Cotentin ; la preuve la plus palpable de ce fait se trouve sur tout le littoral qui entourait cette mer méditerranéenne. En effet, chaque commune qui était baignée par les eaux a retenu, jusqu'à ce jour, comme nous venons de le dire, des noms qui nous rappellent ces temps passés.

La puissance de ces dépôts varient de 70 décimètres à plusieurs mètres. Ils contiennent quelquefois des poteries, des fers à cheval et aussi des médailles romaines.

Une certaine partie de nos rivières tiennent en suspension dans leurs eaux des matières argileuses, marneuses ou siliceuses qu'elles charrient jusqu'à la mer, d'autres roulent continuellement des débris de pierres arrachés aux roches qui forment leur lit, d'où on les enlève souvent pour l'entretien des chemins.

Il se forme encore dans nos rivières, et même dans les plus petits ruisseaux, des roches conglomérées, composées de fragments de roches de celles qui sont sur les lieux et réunies au moyen de calcaire ou de fer plus ou moins hydraté.

Nous possédons, dans notre collection, plusieurs échantillons de ces roches. L'un a été trouvé dans la petite rivière de Valdecie, proche des Perques. C'est une agglomération de débris de grès silurien, de grès dévonien et de calcaire, au centre desquels se voit un clou passé au peroxide de fer hydraté qui sert à unir les diverses parties entre elles.

A Carentan, dans le petit chenal qui communique avec

l'écluse du port (canal Moselman), à quelques mètres du pont Saint-Hilaire, on a construit un nouveau pont pour le service du port, il y a quelques années. On a remarqué sous deux mètres de terrain de rapport, une formation analogue à la précédente. Elle se compose de sables grossiers agglutinés par un ciment calcaire ferrugineux, avec fragments de roches calcaires, de phyllades, de coquilles bivalves marines, spécialement de modioles, d'os et de dents de mammifères terrestres, auxquels sont associées une quantité d'épingles, de boucles à souliers, de pièces de monnaie romaine, etc.

Les dépôts mécaniques ne sont pas les seuls dont la formation se continue de nos jours ; de nombreuses sources minérales ne cessent de déposer chaque jour sur leurs bords et même assez loin de leur point de départ, des sédiments ferrugineux d'une belle couleur de rouille irisée. Ces fontaines minérales sont très-répandues dans la Manche et trop bien connues pour que nous nous étendions davantage à leur sujet.

Nous avons encore quelques produits qui se forment de nos jours, nous voulons parler des concrétions magnésiennes tubiformes que l'on remarque dans les formes de radoub de Cherbourg et des stalactites et stalagmites, concrétions calcaires qu'on rencontre dans les grottes où suintent les eaux calcaires. En s'infiltrant dans les roches, l'eau, chargée de carbonate de chaux, reste suspendue quelque temps à la voûte, sous forme de goutte ; peu à peu, le liquide s'évapore en laissant un petit cercle de matière solide, d'autres gouttes se succèdent ainsi et augmentent le précipité qui à la fin se termine en laissant la forme d'un cône qui ressemble à ces glaçons allongés et pointus, que l'on voit en hiver suspendus au toît des maisons. Voilà pour les stalactites.

Les stalagmites sont aussi des concrétions qu'on trouve sur le sol des grottes ou le long des pentes de leurs parois; elles proviennent de l'eau qui tombe sur le sol et qui contient encore du carbonate de chaux, y produit le même phénomène, sous forme d'un second cône, dont la base touche le sol, tandis que la stalactite a sa base fixée à la voûte.

Les eaux de la mer nous offrent sur ses bords des efflorescences salines de chlorure de sodium ou sel marin qui autrefois était d'un grand rapport dans le pays.

Nous trouvons à Carteret, dans le havre que la mer vient chaque jour recouvrir, des argiles micacées, grisâtres et jaunâtres, calcarifères, endurcies, arénifères, contenant des fragments de coquilles et des coquilles entières. Cette espèce de grès tendre augmente de puissance chaque année par l'adjonction de nouvelles couches de très-faible épaisseur.

Enfin, nous avons remarqué un poudingue ferrugineux polygénique en voie de formation, au bord de la mer, sur les roches du mont St-Pierre à Siouville.

Il n'est pas rare de trouver, dans ce terrain, des médailles et des amphores romaines, des coins en cuivre, et plusieurs autres objets de provenance romaine ou gauloise.

Nous avons trouvé aussi, à deux mètres de profondeur, à Montrond (Néhou), dans le diluvium déposé à cent mètres, sud de l'église, au fond d'une petite vallée, des dents de mammifères avec une hache en silex jaune et brunâtre, qui n'est qu'ébauchée.

St-Sauveur-sur-Douve nous a donné, parmi des fragments de silex, un silex ébauché comme celui de Montrond, mais offrant une forme différente. Il consiste en une tête ronde un peu applatie ayant un manche de la

grosseur du pouce et d'un décimètre de longueur au moins, représentant assez bien l'arme nommée casse-tête chez les naturels de l'Océanie.

Au Val-de-Cie, nous avons rencontré, dans la terre arable, des romaines ayant la forme d'un cône avec un trou pratiqué au haut de la tête pour y passer un bâton servant à la pesée. Des romaines d'une autre forme se sont montrées dans les fouilles faites dans la forêt de Bricquebec. Celles-ci sont plates, de la grandeur de la main, ayant aussi un trou fait à l'une des extrémités pour servir au même usage que les premières.

On remarque, autour de Carentan, de forts et profonds sillons labourés par le retrait des eaux, à l'Eau-parti, à Ste-Anne, à Rougeval, à Beaumont, à Mont-Halley, aux Fontaines, etc. Les mêmes ravins se trouvent aussi dans beaucoup d'autres endroits, et tout le Cotentin est coupé par de petits vallons accusés faiblement, dans lesquels coulent presque toujours de petits cours d'eau.

Mais les vallées des environs de Valognes, de la Hague, d'une partie des arrondissements de St-Lo et de Coutances, les arrondissements de Mortain et d'Avranches, doivent leur existence à plusieurs causes complexes parmi lesquelles nous distinguons particulièrement les soulèvements et les affaissements.

Ici se termine la tâche que nous nous sommes imposée en 1859. Trop heureux si nous avons apporté une seule pierre qui puisse trouver sa place dans la construction de l'édifice que les savants élèvent à la science sublime de la géologie.

## ADDENDA ET CORRIGENDA.

### TERRAIN CUMBRIEN (1)

Le terrain cumbrien se voit sur les deux côtés de la route de St-Sauveur-sur-Douve à la Sangsurière. Il consiste en phyllades, grauwackes, à grains très-fins, en arkose et en grès arkosiques. Ces roches ont été soulevées par la fraidronite qui est très-abondante dans tout ce pays.

Périers et ses environs appartiennent aussi au terrain Cumbrien. Les schistes, arkoses et grès ont été mis au jour par les pegmatites, diorites et roches syénitiques.

Toutes ces roches cumbriennes sont la suite de celles qui sont dans les arrondissements de St-Lo, d'Avranches et de Coutances, au milieu desquelles se sont injectées les roches pyrogènes, à partir des environs de St-Lo jusqu'au bord de la mer.

### TERRAIN SILURIEN (Faune d'Angers)

Un gisement de cette faune consistant en Cystidées avec débris de Phacops longicaudatus, etc., se voit dans des schistes bleuâtres que l'on trouve au fond d'une petite vallée non loin du vieux château de Brix. On se rend à cet endroit en suivant le chemin qui prend au mont de la Kaisne sur la gauche, en allant à Cherbourg, et l'on arrive à un petit moulin. Une fois à ce moulin, on prend droit au Nord d'un vieux chemin à travers lequel passe un ruisseau. C'est le long de ce chemin que se voient les fossiles.

(1) Tom. 9, année 1863, p. 1.

Les schistes qui se trouvent sur le rivage d'Ecalgrain, commune d'Auderville, sont les mêmes que ceux de Vauville et de Herqueville qui s'étendent sur la lande de Jobourg. Au ruisseau d'Ecalgrain, ils semblent inférieurs au grès de la même localité, grès recouvert sur le bord du rivage par des terrains de transport. Mais il faut reconnaître ici, que les roches de fusion qui forment le rivage ont occasionné de grandes dislocations, des effondrements, des dénudations et des plissements qui n'existent point sur la hauteur qui constitue le petit plateau de Jobourg. Il est de toute probabilité qu'à partir des limites restées intactes, il y avait avant l'époque actuelle, des terrains siluriens qui se prolongeaient fort loin dans l'espace occupé maintenant par la mer et qui faisaient partie du silurien de Jobourg ; mais par l'arrivée au jour des roches d'épanchement une portion du plateau a été effondrée et distraite de celui de Jobourg auquel il appartenait, pour être enveloppé dans les plis tortueux des roches ignées.

Ajouter au terrain silurien de Besneville le Palœaster, de la famille des Astérides.

Le Cœlaster du même terrain est fort douteux, ne présentant que des signes insuffisants pour le reconnaître.

Le silurien du Val-de-Cie est bien évidemment analogue à celui de May. Nous y avons trouvé dernièrement plusieurs Conularia. Le silurien de la Chibard (aux Moitiers d'Allonne) schistes et grès à Calymene Tristani, se prolonge jusqu'au hameau Mauger.

Le silurien dont on voit la cime passer de la Chibard, en traversant la route de Barneville aux Pieux, pour se prolonger vers l'est, supporte au Sud et au Nord le dévonien tout près du bourg des Moitiers, et même une portion de la partie nord de ce bourg lui appartient.

A Siouville, à la croix de Bole et dans les environs, on trouve la pierre noire des charpentiers ; Etage à graptolites sans cardioles (1).

## TERRAIN DÉVONIEN.

Ce terrain se trouve sur le bord du rivage, et se compose de schistes et de calcaire en grosses lentilles enveloppées dans les schistes. On y rencontre beaucoup de fossiles. Les roches pyrogènes ont bouleversé ce terrain en tout sens, cependant on remarque que l'inclinaison est prononcée d'une manière toute particulière vers le N.-E. Les grès gris blanchâtres sont exploités dans le village que l'on traverse pour se rendre de la mer à l'église.

La lande de Romond que nous avons dit appartenir au silurien fait partie du dévonien de Barneville, d'après les fossiles que nous y avons reconnus dernièrement.

Nous avons en 1866, dans une excursion faite à Saint-Sauveur-sur-Douve, en compagnie de MM. le docteur Sénoville et l'abbé Tabard, découvert la formation dévonienne fossilifère près la maison Le Bellier ; à partir de ce point nous l'avons toujours suivie jusqu'au manoir où elle est représentée par des grès schisteux très-plissés. Ce terrain est recouvert en grande partie par le diluvium rouge qui contient des galets et des silex en grande quantité. C'est à la fraidronite, très-abondante dans ces lieux, que nous devons le soulèvement de toutes les roches réunies dans cette localité, cumbriennes, siluriennes, dévoniennes.

Les grès dévoniens de nuance grisâtre que l'on ex

(1) Tome 9, année 1863, page 249.

ploite près de l'église St-Jacques de Néhou et ceux des carrières du village de Gouix, dans le Val-de-Cie, appartiennent au même terrain. En partant de l'église de Montrond et en allant vers l'Est, on retrouve les mêmes grès au Pont-aux-Bouchers sur Bricquebec. On les voit aussi au haut du Val-hue où ils traversent le chemin de Bricquebec et une partie de la campagne pour se retrouver sur le bord du chemin près la fieffe Ste-Anne. Nous y avons recueilli les fossiles du dévonien et nous l'avons suivi jusque sur le bord de la rivière de l'Etang-Bertrand. De l'autre côté de la rivière, sur Magneville, nous avons reconnu le même grès sans fossiles (1).

Ajouter aux fossiles du dévonien le *Pleurodictyum constantinopolitanum* de Verneuil.

## INFRA-LIAS.

L'Infra-lias (calcaire de Valognes), renferme dans sa partie moyenne et inférieure des écailles de poisson et dans sa partie inférieure spécialement beaucoup de lignites noirâtres carbonisés luisants. Ce dernier existe particulièrement près la gare du Ham dans une petite lande qui est à l'ouest de la voie ferrée (2).

## LIAS INFÉRIEUR (3).

A Pouppeville, sur Ste-Marie-du-Mont, nous avons vu les gryphées arquées ordinaires passer à la Gryphæa cymbium et à d'autres gryphées.

(1) Tome 10, année 1864, page 169.
(2) Tome 11, année 1865, page 179.
(3) Tome 11, année 1865, page 199.

Le calcaire est d'un brun noirâtre avec argiles brunâtres entre chaque lit qui approche de la surface. Plus bas, le calcaire est à cassure conchoïdale, noirâtre, de même que les lits qui alternent dans les parties les plus inférieures-

A Ecoquenéauville et dans les autres localités où se voit le lias inférieur, nous avons découvert des lits de schistes grisâtres bitumineux renfermant des fossiles du même étage.

Le schiste bitumineux argileux (Térénite) est une roche feuilletée grisâtre ou brunâtre mélangée d'une substance bitumineuse, d'une densité très-faible, brûlant avec facilité en dégageant une odeur bitumineuse et donnant un son particulier analogue à celui du carton. Ces schistes sont trop pauvres en bitume chez nous pour être exploités.

Le terrain qui est sur le côteau au nord de Boutteville, les herbages et les marais qui y font suite appartiennent au lias inférieur.

Au lieu dit Carouge, on voit des gryphées arquées abondantes dans les lits à fleur de terre avec marnes bleues en alternance.

Dans cette localité, les bancs du lias moyen semblent, sur plusieurs points, être inférieurs à ceux de l'étage liasien. C'est aux failles très-communes dans tout le Cotentin qu'est due l'interversion simulée des couches des divers étages.

## LIAS MOYEN.

A Blosville (pièce de terre La Perroterre et le clos ou champ ou pièce neuve) on voit en abondance des coprolites variées dans leurs formes et entièrement pyriteuses. Ces concrétions sont discoïdes, sphéroïdales,

oviformes, cylindriques, cylindroïques, de toute grosseur, depuis celle d'un poids à celle d'un œuf de poule au moins. Dans la pièce de terre de la Perrotère, nous avons aussi trouvé des dents d'Ichthyosaures, etc. (1).

## LIAS SUPÉRIEUR.

Ajouter au lias supérieur l'Ammonites varians portée par erreur au terrain crétacé (2).

## OOLITHE.

En 1864, nous avons reconnu dans la Manche pour la première fois, la zône à Ammonites Murchisonæ avec Chondrites scoparius. Le calcaire est très-blanc et privé complètement de grains oolithiques. Les fossiles que l'on y rencontre avec l'Ammonites Murchisonæ et le Chondrites scoparius sont le Pecten barbatus, l'Ammonites linguiferus, plus cinq à six fossiles indéterminables (3).

Cette formation ne se voit que sur trois points peu éloignés les uns des autres; l'un est un petit abreuvoir de la pièce de terre nommée le Paradis, situé sur le bord du chemin de Carentan à Ste-Mère-Eglise, au hameau du Paradis, sur Blosville. Le 2e, également à Blosville, est dans une petite carrière de la pièce de terre nommée la pièce neuve, à l'ouest de la Perroterre. Le 3e se voit dans une carrière exploitée au moulin Turquois sur

(1) Tome 11, année 1865, page 205.

(2) Tome 11, année 1865, page 209.

(3) Cette assise, sur laquelle repose l'oolithe ferrugineuse à Ammonites Parkinsoni que nous avons décrite dans le volume 11, page 212 de l'année 1865, est à la partie inférieure de la formation oolithique.

Ste-Marie-du-Mont. Cette formation recouvre le lias moyen dans ces trois gisements, sa puissance est de deux décimètres environ (1).

De nouvelles fouilles pourront un jour peut-être, nous donner de nouvelles découvertes de ce terrain.

Le groupe inférieur de l'oolithe inférieure tel qu'il existe à Blosville, dans la pièce de terre nommée le Paradis, a toutes ses faces recouvertes et remplies d'empreintes en relief d'un fucus caractéristique en touffes et à ramures arquées ; c'est le Chondrites scoparius, Thollière. Les surfaces de la roche paraissent couvertes de stries arrondies semblables aux traces que laisse un balai promené sur une surface boueuse.

Voici la description que M. Dumortier donne de ce fossile (2).

« Le Chondrites scoparius est formé de ramules con-
« tournés en touffes d'une manière élégante, formant
« des groupes arrondis à droite et à gauche ; les brins
« se croisent quelquefois et paraissent alors superposés ;
« chaque touffe composée d'un assez grand nombre de
« brins, couvre un espace qui dépasse rarement douze
« centimètres en longueur sur neuf en largeur ; il y a
« quatre à six brins sur une largeur de un centimètre.
« Si on compare ce Chondrites aux végétaux analogues
« vivants, on voit qu'il ne peut être rapproché des
« Fucus proprement dits ; c'est une plante marine ap-
« partenant aux algues non articulés, dont les ramules
« en cordelettes devaient présenter une grande ré-
« sistance à la compression et à la décomposition, si
« l'on en juge par la profondeur de l'empreinte qu'ils

(1) Ces deux derniers gisements n'offrent que des fragments.

(2) Bulletin de la société géologique de France, séance du 20 mai 1861. Tome 18, 2e série, p. 579.

« ont laissée dans le calcaire et qui dépasse quelquefois « deux millimètres. Je n'ai jamais trouvé de traces de « fructification. Le calcaire est rude, mais un peu mar- « neux » (1).

## TERRAIN CRÉTACÉ.

Lorsque nous avons dit en décrivant le terrain crétacé de la Manche, qu'il se composait, selon nous, des étages cénomanien, turonien, sénonien et danien de M. Alcide d'Orbigny, nous nous sommes exprimé de manière à faire entendre que ces étages existaient réellement dans le Cotentin, ce qui n'est pas parfaitement exact. Notre pensée était bien de dire que la formation crayeuse de la Manche était représentée par les étages supérieurs, (Sénonien) et moyen (Turonien), mais qu'au nombre des fossiles de ces étages, on en rencontrait plusieurs, qui appartenaient au Cénomanien et au Danien de localités étrangères à notre presqu'île, ce qui est évident à l'inspection des fossiles suivants que nous avons trouvés réunis à ceux du Cotentin. L'Ammonites Rhotomagensis, l'Hemiaster Bufo; l'Hemiaster Neustriæ; l'Hemiaster voisin du Prunella, peut-être le Nasutulus ; le Pericosmus pomum, l'Ostrea Columba.

C'est par erreur que nous avons cité l'Ostrea biauriculata qui ne se voit pas dans notre pays.

L'Oolopygus d'Orbigny, décrit par M. Cotteau dans la Revue et magasin de zoologie (1866) forme une belle espèce voisine de l'Oolopygus pyriformis (d'Orbigny) qu'on rencontre dans la craie de Maëstrich. Nous l'avons recueillie à Orglandes.

Mettre un point de doute après Ostrea auricularis.

(1) Tome 11, année 1865, page 212.

*A la Galie.* Les couches de grès crétacé (1) inclinent vers la mer, en vis-à-vis de Grand-camp, par l'effet de failles assez communes dans le lias.

La profondeur connue de cette roche n'excède pas trois à quatre mètres. Elle repose sur la marne grisâtre ou noirâtre grasse au toucher qui appartient au lias moyen. (2)

## TERAIN TERTIAIRE.

Au lieu d'éocène, lire Miocène. (3)

## TERRAIN GRANITIQUE.

Le granit de Gatteville contient en plus que les minéraux que nous avons cités, des cristaux de quartz offrant des dodécaëdres à triangles isocèles très-déformés par l'élargissement de quelques-unes de leurs faces. L'intérieur est plus ou moins vitreux, blanc avec quelques portions teintées légèrement. (4)

Tome 9, page 31, ligne 15, lire Montmartin-sur-Mer, au lieu de St-Martin.

Page 80 du volume de l'année 1859 :

A la 1re ligne, remplacer le mot inférieure (craie) par craie supérieure.

A la seconde ligne, sous étage du lias, ajouter :

(1) Silice. Ces grès qui portent improprement ce nom, sont de la silice qui, à l'état gélatineux, s'est répandue par couches à l'époque crétacée et a souvent remplacé la matière animale et le calcaire du test, oursins, bivalves, etc.

(2) Tome 11, année 1865, page 212. Mettre au point de doute à la suite de l'Ostrea auricularis, page 226.

(3) Tome 13, année 1867, page 00.

(4) Tome 6, année 1838, page 77.

Etage de l'oolithe inférieure
- Assise inférieure; oolithe blanche à Ammonites Murchisonæ.
- à Chondrites scoparius.
- Assise supérieure : Oolithe ferrugineuse à Ammonites Parkensoni.

A la ligne 6.

Terrain silurien, étage moyen, mettre ainsi qu'il suit :

Terrain silurien
- Assise inférieure, grès à Scolithus linearis.
- — — à Calymenes Tristani.
- — — à Graptolites sans Cardiola.
- — — à faune de May.
- Etage supérieur.
- Assise inférieure. Schistes à Cardiola interrupta avec Graptolites colonus (couches à Cardiola).

# COMPLÉMENT A L'ETUDE

SUR

# LA HOULE ET LE ROULIS

Par M. BERTIN.

Postérieurement à l'impression de l'*Etude sur la houle et le roulis* insérée dans ce volume, j'ai repris les calculs et, tout en conservant la plupart des conclusions, je suis arrivé à un ensemble plus exact dans la méthode, plus complet dans les résultats. Mon second travail, présenté à l'Académie des Sciences le 11 Avril 1870, a été soumis à l'examen d'une commission composée de M. l'amiral Pâris, de M. de Tessan, de M. Barré de St Venant et, en attendant sa publication, je vais indiquer les principaux points par lesquels il diffère de mon premier mémoire.

Je dois signaler d'abord une erreur dans laquelle j'étais tombé au sujet des résultats obtenus par Frantz Gerstner (*). M. J. E. Wocel, secrétaire général de la so-

(*) Franz Joseph, Ritter von Gerstner, né le 23 Février 1756, fils d'un ceinturier de la ville de Komaotau en Bohême, honora son pays comme savant et y répandit la connaissance des sciences exactes et appliquées. Travailleur infatigable, il mena de front les études les plus variées, mais il s'adonna surtout à

ciété royale des sciences de Bohême a bien voulu me communiquer le mémoire de ce savant et j'en publierais ici un extrait étendu, si les circonstances n'avaient in-

celle de l'analyse mathématique, de la mécanique, de l'hydraulique et de l'astronomie.

Remarqué par le P. Hell, il entra comme astronome adjoint à l'observatoire de Prague en 1784. Professeur de mathématiques en 1789, chargé en 1795 de l'inspection des hauts fourneaux, membre de commissions d'examen, rapporteur de la société des Sciences, l'un des fondateurs de l'Institut polytechnique en 1806 et Directeur de cette école, il suffit à ces tâches accumulées et trouva toujours le temps de répondre à ceux qui, des divers points du pays, avaient recours à sa science. En 1818 il proposa l'établissement d'un chemin de fer, au lieu d'un canal, pour réunir l'Elbe et le Danube. Directeur des travaux hydrauliques (Wasserbaudirector) en 1811, il construisit le pont de Tabor près de Vienne. En 1818, il réorganisa l'Institut polytechnique qui fut l'objet de ses soins constants.

Il mourut le 7 juin 1832 ; il était chevalier de l'ordre de Léopold depuis 1810.

Il a laissé, en astronomie, des travaux sur la détermination des longitudes par les éclipses du soleil (V. Mémoires de l'Académie des sciences de Paris, 1788), l'observation des passages de Mercure devant le Soleil, la mesure de la hauteur des montagnes à l'aide du baromètre, et la déformation de l'orbite d'Uranus due à l'attraction de Jupiter et de Saturne.

On a de lui, dans la mécanique appliquée, des mémoires sur les roues hydrauliques, la construction des ponts suspendus, les avantages comparés des routes, des canaux et des chemins de fer et un manuel de mécanique publié en 1831 par J. A. Gerstner.

En hydraulique, il a laissé une « *Theorie der Wasserstosses in Schuszgerinnen* », Prague 1795, sa « *Theorie der Wellen* », Prague 1804, une « *Mechanische Theorie der oberschlächtigen Räder* », Prague 1809 et une « *Abhandlung über die Spirallinie der Treibmaschinen* », Prague 1816.

(Biographie de F. F. Gerstner par J. Bolzano, Prague, 1832.)

terrompu mon travail ; il me semble en effet regrettable que les œuvres de Gerstner n'aient jamais été traduites de l'allemand et qu'elles soient restées, chez-nous, ignorées de ceux qui se livrent à l'étude de l'architecture navale F. Gerstner rapporte toutes les données des vagues à la hauteur de la vague de même longueur qui atteindrait le point de rebroussement : cette hauteur est fonction de la longueur (*) et, en la remplaçant par sa valeur, on retrouve pour la durée des oscillations et pour la diminution de leurs amplitudes en raison de la profondeur, les expressions auxquelles je suis moi-même parvenu. Je n'ai donc fait que confirmer, en suivant une méthode toute différente, les résultats présentés par F. Gerstner relativement au mouvement des vagues. Dans ces dernières années, M. Macquorn Rankine, le savant professeur à l'Université de Glasgow, était, au contraire, arrivé à des résultats différents, en ce qui concerne la raison géométrique suivant laquelle les oscillations diminuent quand la profondeur augmente.

M. Boussinesq a présenté, en 1869, à l'Académie des sciences, un mémoire dans lequel, en cherchant les lois des mouvements périodiques qui se propagent dans une masse liquide à partir d'une surface quelconque d'ébranlement, il arrive, pour le cas d'un liquide de profondeur infinie, aux mêmes lois que j'ai obtenues au moyen d'une analyse différente, spécialement adaptée à ce cas.

La théorie du roulis et du tangage professée par M. Reech, l'éminent Directeur de l'école du Génie maritime, a été publiée dans le Mémorial du Génie maritime, année 1870, 3e liv. ; elle est fondée sur l'hypothèse de la houle sinusoïdale, mais elle n'en reste pas moins un guide ex-

(1) Voir ci-dessus, nº 11, p. 18.

cellent à certains égards, pour ceux qui prennent un point de départ différent. La théorie du roulis de M. Froude, qui suppose la même forme des vagues, mais avec la poussée normale à leur surface, a été publié dans le même recueil, même livraison, ainsi que j'en émettais le vœu à la page 5 du présent volume.

# I

1. — Au lieu de faire les calculs compliqués auxquels je m'étais livré tout d'abord, on obtient très-facilement la valeur très-simple de $d\sigma$ par le calcul suivant.

On a (v. page 10)

$$d\sigma = ds\, ds' \sin\gamma\,,$$

ou bien

$$d\sigma = \frac{ds}{dt}\,\frac{ds'}{dz}\sin\gamma\, dt\, dz\,;$$

or,

Fig. 3,
$$\gamma = \omega + \theta,$$

ce qui donne

$$\sin\gamma = \sin\omega\,\cos\theta + \cos\omega\,\sin\theta$$

et, en remplaçant $\sin\omega$, $\cos\omega$, $\sin\theta$, $\cos\theta$ par leurs valeurs qui se calculent de suite sur la fig. 3, on a

$$\sin\gamma = -\frac{\dfrac{dy}{dz}\,\dfrac{dx}{dt}}{\dfrac{ds'}{dz}\,\dfrac{ds}{dt}} + \frac{\dfrac{dx}{dz}\,\dfrac{dy}{dt}}{\dfrac{ds'}{dz}\,\dfrac{ds}{dt}}\,;$$

on a donc

$$\frac{d\sigma}{dt\,dz} = -\frac{dy}{dz}\frac{dx}{dt} + \frac{dx}{dz}\frac{dy}{dt},$$

ou bien, en remplaçant les dérivées de $x$ et de $y$ par leurs valeurs tirées des équations (2),

$$\frac{d\sigma}{dt\,dz} = \mathrm{U} + \varepsilon b\frac{da}{dz} - \left(\mathrm{U}\frac{db}{dz} + \varepsilon a\right)\cos\varepsilon t + \left(a\frac{db}{dz} - b\frac{da}{dz}\right)\varepsilon\cos^2\varepsilon t \quad (*).$$

Les conditions pour que $d\sigma$ soit indépendant de $t$ sont donc

$$(\mathrm{A}) \qquad \mathrm{U}\frac{db}{dz} + \varepsilon a = 0,$$

$$(\mathrm{B}) \qquad a\frac{db}{dz} - b\frac{da}{dz} = 0.$$

(*) J'étais parvenu à discuter complètement la valeur de $d\sigma^2$ de la page 10 et à établir les conditions nécessaires et suffisantes pour que $d\sigma$ soit indépendant du temps. M. Boussinesq m'a ensuite indiqué dans la valeur de $d\sigma^2$ une grande simplification consistant à supprimer au numérateur et au dénominateur le facteur commun

$$\left(\frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dy^2}{dt^2}\right)\left(\frac{dx^2}{dz^2} + \frac{dy^2}{dz^2}\right).$$

La méthode que je suis maintenant et qui conduit immédiatement à la valeur simplifiée de $d\sigma$ m'a été donnée par M. Barré de St-Venant.

En remarquant que l'équation (D) signifie que le rapport de $a$ à $b$ est constant, on peut intégrer facilement les deux équations, et on a

$$a = \mathrm{C}\, e^{-\frac{\varepsilon z}{q\mathrm{U}}},$$

$$b = \mathrm{C}\, q\, e^{-\frac{\varepsilon z}{q\mathrm{U}}};$$

C et $q$ étant deux constantes arbitraires.

2. — Ces deux conditions, jointes à celles qui résultent de ce que la surface supérieure est en même temps couche de niveau, à savoir :

$$(\mathrm{B}) \qquad a_0 = \pm b_0,$$

$$(\mathrm{C}) \qquad u_\varepsilon = \pm g,$$

déterminent complètement le mouvement du liquide et conduisent aux diverses lois que j'ai indiquées.

Pour étudier les solutions obtenues selon qu'on prend les signes supérieurs ou les signes inférieurs, il faut se reporter à la fig. 1 et aux équations (1) et suivre le mouvement de la molécule M que nous supposons avoir toujours le point (B) pour origine : on voit que, si les signes de U et de $\varepsilon$ changent d'après les conventions habituelles selon le sens de ces deux vitesses, il faut considérer $a$ comme une quantité toujours négative et $b$ comme une quantité toujours positive.

L'équation (B) montre que les signes inférieurs peuvent seuls être pris. La vitesse angulaire $\varepsilon$ est donc toujours de signe contraire à U, c'est-à-dire de même signe que la vitesse de propagation et on a, selon que $\varepsilon$ est positif ou négatif, deux solutions représentant la houle

qui se propage, soit vers la droite soit vers la gauche.

L'équation (C) montre aussi que l'on serait conduit à une impossibilité en prenant le signe +, $a$ étant supposé négatif et $b$ positif : en effet U et $z$ ayant alors le même signe, il faudrait, d'après l'équation (A), que $\frac{db}{dz}$ fut positif; l'amplitude des oscillations croîtrait donc quand la profondeur augmente, cela indiquerait un liquide se tenant renversé, la surface en bas.

3. — La seule condition à laquelle soit soumis le liquide en mouvement, en dehors des conditions précédentes, c'est que, en chaque point, la loi de Pascal soit satisfaite, c'est-à-dire que la pression soit la même dans toutes les directions ; cela revient à dire qu'il ne peut exister, entre les molécules, ni adhérence ni frottement.

D'après cette condition, la pression en un point doit être fonction des coordonnées de ce point, et de ces coordonnées seulement.

La différentielle de la pression, considérée comme fonction de $x$ et de $y$, est

$$-dP = X_1\,dx + Y_1\,dy;$$

$X_1$ et $Y_1$ étant les composantes de la poussée par unité de volume, qui ne diffèrent que par un coefficient constant, la densité, des composantes X et Y de la poussée par unité de masse calculées p. 24.

On peut mettre facilement l'expression de $dP$ sous la forme

$$dP = f(z, t)\,dt + f_1(z, t)\,dz,$$

puisqu'on a $X_1$ et $Y_1$ et que les équations (2) permettent

de calculer $x$, $y$ et leurs dérivées en fonctions de $z$ et de $t$.

La condition dont il s'agit s'exprime mathématiquement par l'équation

$$\frac{df(z,t)}{dz} = \frac{df_1(z,t)}{dt}.$$

En effectuant les calculs, ce qui ne présente aucune difficulté, on arrive à une relation unique entre les paramètres

$$(E) \qquad U\frac{da}{dz} + \varepsilon b = 0,$$

laquelle est satisfaite lorsque les relations (A), (B), (C), (D), le sont elles-mêmes.

On peut remarquer que les trois équations (A), (D), (E) donnent

$$a^2 = b^2$$

pour toutes les profondeurs, comme on le voit en tirant de (A) et de (E) les valeurs de $\frac{da}{dz}$, $\frac{db}{dz}$ et les substituant dans l'équation (D).

4. — Le mouvement se trouve ainsi étudié à deux points de vue entièrement distincts. D'une part, en considérant l'invariabilité des volumes, les couches verticales doivent osciller en soulevant l'eau entre elles à mesure qu'elles se rapprochent de manière à lui laisser un volume constant; on trouve ainsi une infinité de mouvements possibles comme satisfaisants aux deux équations (A) et (D), cela était évident d'avance. D'autre part, pour tenir compte de l'absence de frottement entre

les molécules, il faut regarder le mouvement de chacune d'elles sur sa trajectoire comme résultant de l'effet de la pesanteur et de la poussée ; cela détermine complètement la forme de la couche supérieure ainsi que les vitesses U et $\varepsilon$ en fonction de la longueur, en donnant une infinité de solutions pour l'intérieur du liquide. En réunissant toutes les conditions, elles fournissent plus d'équations qu'il n'en faut pour déterminer les inconnues et cependant, parmi les mouvements satisfaisant soit à la condition du volume constant, soit aux lois de l'hydrostatique, il se trouve une solution commune, c'est celle que nous considérons comme représentant la houle.

5. — Toutes les lois du mouvement, dans l'hypothèse des équations prises pour point de départ, peuvent s'obtenir par une autre méthode qui est plus simple, mais qui montre moins bien les diverses conditions du problème.

La condition, pour qu'une couche horizontale soit en même temps couche de niveau, est exprimée, pour tous les points de cette couche, par l'équation

$$X\,dx + Y\,dy = 0,$$

ou

$$(G) \qquad \frac{dx}{dt}\frac{d^2x}{dt^2} + g\frac{dy}{dt} + \frac{dy}{dt}\frac{d^2y}{dt^2} = 0,$$

qui donne, dans notre hypothèse, les deux relations

$$(B) \qquad a = b,$$

$$(C) \qquad U_\varepsilon = g. \ (*)$$

(*) V. Etude sur la houle et le roulis, p. 13.

La seconde condition doit être satisfaite pour toutes les couches et la première exprime ce principe que, pour qu'une couche soit à la fois couche horizontale et couche de niveau, il faut et il suffit que son profil soit une cycloïde, ou plutôt une trochoïde.

Cela posé, considérons une couche de niveau S′ et une couche horizontale S″, infiniment voisines l'une et l'autre d'une couche S qui est à la fois couche horizontale et couche de niveau; nous avons, en tous les points de la première,

$$\mathrm{F}\,d\eta = \text{Constante},$$

et par suite

$$\mathrm{F}\,d^2\eta + d\mathrm{F}\,d\eta = 0,$$

$d\eta$ étant la distance, en chaque point, entre les surfaces S et S′.

Nous avons de même, en tous les points de la seconde,

$$ds\,d\eta' = \text{Constante},$$

d'où,

$$ds\,d^2\eta' + d^2s\,d\eta' = 0,$$

$d\eta'$ étant la distance, en chaque point, entre les couches S et S″ et $ds$ l'arc infiniment petit de la surface S parcouru en un temps constant $dt$.

Les équations précédentes ne sont autres que les équations des surfaces S′ et S″ et, pour que ces deux surfaces se confondent, la condition nécessaire et suffisante est d'avoir

$$\frac{\mathrm{F}}{ds} = \frac{d\mathrm{F}}{d^2s}.$$

Or on a, en appelant $\delta$ la densité ou masse spécifique du liquide,

$$F = \delta \sqrt{\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2 + \left(g + \frac{d^2y}{dt^2}\right)^2},$$

$$ds = dt \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2};$$

en différentiant, on trouve

$$dF = \frac{\frac{d^2x}{dt^2}\frac{d^3x}{dt^3} + \left(g + \frac{d^2y}{dt^2}\right)\frac{d^3y}{dt^3}}{F} \delta^2 dt,$$

$$d^2s = \frac{\frac{dx}{dt}\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{dy}{dt}\frac{d^2y}{dt^2}}{ds} dt^2.$$

En divisant et en simplifiant à l'aide de la relation (G), on arrive aux deux équations

$$\frac{F}{ds} = -\frac{\delta}{dt}\frac{\frac{d^2x}{dt^2}}{\frac{dy}{dt}},$$

$$\frac{dF}{d^2s} = -\frac{\delta}{dt}\frac{\frac{dy}{dt}\frac{d^3x}{dt^3} - \frac{dx}{dt}\frac{d^3y}{dt^3}}{\frac{dx}{dt}\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{dy}{dt}\frac{d^2y}{dt^2}}.$$

La condition de coïncidence des deux surfaces est donc, en simplifiant encore à l'aide de l'équation (G) différentiée,

$$(I) \qquad g\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dx}{dt}\frac{d^3y}{dt^3} - \frac{dy}{dt}\frac{d^3x}{dt^3}.$$

En remplaçant les dérivées de $x$ et de $y$ par leurs valeurs en fonction de $t$, cette équation devient

$$g\,a = \mathrm{U}\,\varepsilon\,b.$$

Elle est donc satisfaite quand l'équation (G) et, par suite, les équations (B) et (C) le sont : de là ce nouveau principe que, si une couche jouit de la triple propriété d'être couche horizontale, d'être couche de niveau et d'avoir pour profil une trochoïde, la couche horizontale et la couche de niveau infiniment voisines se confondent.

D'après ces deux principes on voit facilement, en partant de la surface supérieure du liquide que, de proche en proche, toutes les surfaces de niveau et toutes les surfaces horizontales coïncident et ont des trochoïdes pour profil.

Si maintenant on fait successivement $t = 0$ et $t = \frac{\pi}{2}$ dans l'expression de la poussée (*), on a, au sommet et au fond des vagues,

$$\mathrm{F}_1 = \delta\,(g - \varepsilon^2 r),$$
$$\mathrm{F}_2 = \delta\,(g + \varepsilon^2 r)\,;$$

on a aussi, aux mêmes points,

$$d\eta_1 = dz - dr$$
$$d\eta_2 = dz + dr$$

et, comme on doit avoir

$$\mathrm{F}_1\,d\eta_1 = \mathrm{F}_2\,d\eta\,,$$

on trouve

$$g\,dr + \varepsilon^2 r\,dz = 0,$$

(*) V. Etude sur la houle et le roulis, p. 24.

ce qui donne la valeur déjà connue pour $r$ en fonction de $z$.

Il reste à vérifier que les lois ainsi obtenues satisfont à la condition de continuité et à la loi de l'hydrostatique sur la pression, ce qui se fait sans difficulté.

6. — Reprenons les deux équations (G) et (I), nous trouvons, en les intégrant,

$$\text{(H)} \quad \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + 2gy = c,$$

$$\text{(K)} \quad g\frac{dx}{dt} + \frac{dx}{dt}\frac{d^2y}{dt^2} - \frac{dy}{dt}\frac{d^2x}{d^2t} = c'.$$

Si nous supposons ces deux équations satisfaites en tous les points de la masse liquide en mouvement, sans faire aucune autre hypothèse (*), le mouvement est complètement déterminé et nous retrouverons, par une intégration, les équations (2) qui nous ont d'abord servi de point de départ.

En effet, en éliminant $\frac{d^2y}{dt^2}$, nous obtenons l'équation

$$\frac{d^2x}{dt^2}(-2gy + c) + 2g\frac{dx}{dt}\frac{dy}{dt} - c'\frac{dy}{dt} = 0,$$

dont l'intégrale est

$$-\frac{\frac{dx}{dt}}{-2gy + c} - \frac{c'}{2g(-2gy + c)} + c'' = 0.$$

(*) Si on admet que, au-dessous d'une certaine profondeur, l'eau reste immobile, l'hypothèse est nécessairement réalisée.

Remplaçons $\frac{dx}{dt}$ par sa valeur, nous avons alors

$$\left(\frac{dy}{dt}\right)^2 = -2gy + c - \left[c''(-2gy + c) - \frac{c'}{2g}\right]^2.$$

Posons

$$4g^2 c''^2 = \varepsilon^2,$$

$$\frac{c c'' + g - 2g c' c''^2}{4g^2 c''^2} = z,$$

$$c + \frac{c c' c''}{g} - \frac{c'^2}{4g^2} - c^2 c''^2 = \varepsilon^2 (a^2 - z^2),$$

ce qui donne, remarquons-le en passant,

$$c = \frac{g^2}{\varepsilon^2} + a^2 \varepsilon^2 - 2gz ;$$

notre équation devient

$$\left(\frac{dy}{dt}\right)^2 = \varepsilon^2 \left[a^2 - (y + z)^2\right],$$

ou bien

$$\varepsilon\, dt = \frac{\frac{dy}{a}}{\sqrt{1 - \left(\frac{y+z}{a}\right)^2}};$$

l'intégrale est

$$\varepsilon t = arc \cos \frac{y+z}{a},$$

en choisissant pour origine de temps le moment où l'arc est nul : on a donc enfin

$$y = a \cos \varepsilon t - z.$$

L'équation (H) donne maintenant

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = \left(\frac{g}{\varepsilon} - a\,\varepsilon\cos\varepsilon t\right)^2,$$

à cause de la valeur de $c$ trouvée plus haut.

On tire de là

$$x = \frac{g}{\varepsilon}\,t - a\sin\varepsilon t.$$

Ce mouvement est donc le seul dans lequel il y ait coïncidence entre les surfaces horizontales et les couches de niveau. (*)

(*) Dans mon mémoire présenté à l'Institut en avril 1871, je n'ai donné que les conclusions des équations (G) et (I) qui sont contenues dans le § 5 de la présente note; quant à celles qui sont exposées au § 6, je ne les ai obtenues que tout récemment, à une époque où j'avais pris connaissance du travail de M. F. Gerstner.

La marche suivie par ce savant revient, au fond, à l'intégration des équations (H) et (K), bien qu'il n'énonce pas les principes sur lesquels elles reposent ; tous ses calculs sont exacts, mais non pas toujours, à ce qu'il me semble, pour les motifs qu'il invoque; si j'insiste sur ce point, c'est pour expliquer comment la théorie de Gerstner n'a pas été universellement admise.

Gerstner prend pour inconnue auxiliaire la vitesse V ; il a, pour l'introduire dans les calculs, l'équation

$$V^2 = \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2$$

Il établit ensuite l'équation (H): puis, comme il a cru démontrer, au § 5, que toutes les trajectoires des molécules sont par principe des couches de niveau (alle jene Punckte einen gleichen Druck erfahren, § 4 *in fine*), il en conclut que la pression, Druck, sur un arc $ds$, est proportionnelle à $ds$ et, projetant les

# II

7. — Les résultats consignés dans la deuxième partie de mon travail n'ont pas été modifiés. Je les ai seulement complétés en étudiant la hauteur dont le centre d'oscillation des molécules doit s'élever à mesure que l'amplitude des oscillations augmente; j'ai trouvé que le travail de la pesanteur T, pour la formation d'une vague de longueur L et de hauteur $h$ est donné par la formule

$$T = \frac{\delta}{g}\frac{Lh^2}{2}\left(1 - \frac{\pi h}{2L}\right).$$

forces qui sollicitent cet arc $ds$ sur une normale à l'arc, il obtient sa seconde équation qui est

$$(K') \qquad \frac{1}{V}\left(g\frac{dx}{ds} - \frac{V^2}{r^2}\right) = \text{constante}.$$

Elle est exacte, mais elle ne peut se démontrer que par la considération des deux surfaces infiniment voisines qui sont toutes deux rigoureusement des couches de niveau, de telle sorte que cette équation n'est pas nécessairement satisfaite par la surface supérieure du liquide, dans tous les cas possibles, comme cela aurait lieu d'après Gerstner.

F. Gerstner établit la loi de la décroissance des rayons des cercles en considérant les trajectoires trochoïdales comme des parois fixes entre lesquelles s'écoule le liquide ; la section en chaque point doit être inversement proportionnelle à la vitesse V. Il ne cherche pas à vérifier si la loi de Pascal est satisfaite. Les calculs de Gerstner sur la décroissance des rayons sont justes, cependant je sais que, dans ces dernières années, ils ont été contestés par M. Macquorn Rankine, ainsi que je l'ai indiqué plus haut.

Ce travail, ajouté à l'augmentation de force vive des molécules et au travail moléculaire dû à l'adhésion, donne la mesure du travail des forces extérieures qui produisent les vagues. Si on avait une expérience précise sur le décroissement naturel de la houle par un temps calme, on en pourrait déduire le travail moléculaire, on pourrait ensuite aborder le problème de la formation des vagues.

8. — Je dois signaler que la houle représentée Pl. II, qui a une durée totale de 6″, est isochrône avec le roulis des petits navires qui oscillent d'un bord sur l'autre en 3″ et non pas avec celui des frégates cuirassées dont le maître couple est représenté Pl. II.

9. — Si la méthode imaginée par MM. Pâris a permis pour la première fois de mesurer avec précision la largeur et la durée des vagues (*), bien d'autres tentatives ont été faites dans des conditions plus ou moins favorables, et il est intéressant d'examiner les principaux résultats obtenus, et de les comparer aux données théoriques.

Je citerai en premier lieu les observations faites par M. Walker, près de Plymouth ; leurs résultats, qui concordent en partie avec des mesures relevées, suivant une méthode toute différente, par M. Scott Russell, ont conduit ce dernier à établir entre la durée et la longueur des vagues une relation empirique assez éloignée de la formule

$$L = \frac{gT^2}{\pi}$$

(*) V. Comptes rendus de l'Académie des sciences, séance du 8 avril 1867.

et à considérer la théorie de Gerstner, en ce qui concerne la loi des vitesses, comme une simple curiosité scientifique devant prendre place à côté de la théorie du siphonnement de Newton.

Les observations de Walker ont été faites près de terre ; elles consistaient dans la mesure du nombre de vagues contenues entre deux points dont la distance était connue et dans celle du temps employé par une vague à aller d'un des points à l'autre ; la profondeur de l'eau variait de $12^m$ à $15^m$. Les mesures ont porté sur 14 houles dont les demi-périodes sont comprises entre $2'',5$ et $5'',7$, les longueurs atteignaient donc des valeurs beaucoup plus élevées que sur les vagues relevées dans l'Iroise par l'instrument de MM. Pâris et, par suite, le voisinage du fond produisait un ralentissement plus considérable ; le rivage était aussi plus voisin. On s'explique bien, d'ailleurs, que les mesures de M. Walker aient concordé avec celles de M. Scott Russell qui observait la longueur des ondes immobiles dans un cours d'eau peu profond dont la vitesse de courant était connue.

Pour discuter les observations de Walker, j'ai réuni ensemble les houles dont la durée diffère de moins d'un quart de seconde et j'ai admis que leurs écarts rentrent dans les erreurs d'observation; en prenant ainsi des moyennes, qui doivent être plus exactes que les observations isolées, j'ai formé le tableau suivant, d'après lequel, les discordances avec la loi théorique ne commenceraient qu'au delà de $4''$ de durée pour la demi-période de la houle.

| N° des observations dont la moyenne est prise. | Durée observée de la demi-vague. T | Longueur observée de la demi-vague. L | Longueur théorique de la demi-vague. L' | Ecart des deux longueurs. $\frac{L'-L}{L}$ |
|---|---|---|---|---|
| 2.3 | 2″, 6 | 21m7 | 21m | — 0,03 |
| 6.10 | 3″, 7 | 51,8 | 43 | — 0,17 |
| 4 | 4″, 0 | 52,6 | 50 | — 0,07 |
| 1.5.11.13 | 4″, 7 | 48,0 | 69 | + 0,44 |
| 7.9.12 | 5″, 0 | 64,2 | 78 | + 0,21 |
| 8.14 | 5″, 34 | 68,7 | 90 | + 0,30 |

M. Walker rapporte qu'il constatait le ralentissement des vagues lorsqu'elles arrivaient sur les haut-fonds ; ce ralentissement est très-sensible en effet, et il doit fausser toutes les observations faites près des côtes : ces observations sont sujettes à une autre cause d'erreur, le courant, qui emporte les ondes tandis que l'observateur est immobile ; de plus il n'est pas bien commode de compter le nombre de vagues entre deux points un peu espacés.

M. Walker, qui se déclare lui-même observateur assidu de *daddy Neptune* a mesuré aussi la hauteur des vagues en s'élevant, au-dessus du niveau moyen, à une certaine hauteur H à laquelle le sommet d'une vague coïncidait avec l'horizon. Il se croit obligé, pour avoir

la hauteur des vagues au-dessus du niveau moyen, de réduire la hauteur H dans le rapport de la distance A comprise entre l'horizon d'après les tables et la vague observée à la distance A' entre le même horizon et l'observateur ; cette correction n'a rien de fondé, si on admet que les vagues atteignent la hauteur H près de l'horizon, aussi bien que dans le voisinage de l'observateur (*).

Après les observations de Walker, je citerai celles d'un auteur anonyme, faites en mer près du cap de Bonne-Espérance et publiée dans le *Nautical Magazine*. La longueur de la houle était mesurée à l'aide d'une ligne jetée derrière le navire et fixée à un espars qui devait se trouver au sommet d'une vague en même temps que l'observateur ; la vitesse se calculait d'après le temps employé par une vague à arriver de l'espars au navire, elle était corrigée de la vitesse propre du bâtiment ; enfin la hauteur était mesurée de la manière ordinaire en se plaçant au point le plus élevé auquel on put voir le sommet d'une vague coïncider avec l'horizon.

(*) WALKER, *Ocean waves, observ. mades on waves reaching Bovisand, east end of Plymouth breakwater.* NAUTICAL MAGAZINE, ann. 1846, p. 125. — *Oceanic Ondulations*, même auteur, même recueil, année 1836, p. 153. — V. aussi année 1844, p. 663.

SCOTT RUSSELL, *The modern system of naval architecture*, chap. XXVI, p. 197-203.

WALKER est cité par M. CIALDI, n° 462.

Voici les résultats obtenus :

| Durée de la demi-vague. T | Vitesse. U | Longueur de la demi-vague. L | Demi-hauteur. H |
|---|---|---|---|
| 2″, 65 | 11$^{m}$4 | 26$^{m}$5 | » |
| 2″, 83 | 11,3 | 32,0 | 2$^{m}$7 |
| 2″, 84 | 11,4 | 32,3 | » |
| 3″, 12 | 12,6 | 39,3 | 3,0 |
| 3″, 70 | 12,3 | 45,7 | 3,0 |
| 3″, 76 | 13,4 | 50,3 | 6,4 |
| 3″, 86 | 13,5 | 52,1 | 6,4 |

Ces données se rapprochent beaucoup de celles de la théorie, seulement les longueurs observées sont toutes un peu trop grandes, et cela dans la proportion presque constante de 7 à 6 : cette différence s'explique facilement, car, pour plusieurs raisons, l'amarre fixée à l'espars avait toujours plus de longueur qu'une ligne droite et horizontale, et l'observateur étant placé à une certaine hauteur, son rayon visuel tangentait la houle observée au-delà du sommet.

En diminuant, de un septième, toutes les demi-longueurs L, on a, entre elles et les longueurs théoriques L′, le tableau comparatif suivant :

| $L \times \frac{6}{7}$ | L' |
|---|---|
| $22^m7$ | $22^m0$ |
| 27,4 | 25,0 |
| 27,6 | 25,3 |
| 33,6 | 30,4 |
| 39,2 | 42,8 |
| 43,1 | 44,2 |
| 44,7 | 46,7 |

dans lequel il y a, entre les nombres des deux colonnes, une concordance remarquable (*).

En dehors des deux séries d'observations précédentes, je ne connais plus que des mesures isolées portant sur une seule houle.

En 1839, M. Wilkes, à bord du brick *Porpoise* dans les eaux duquel naviguait le schooner *Sea-Gull*, la mer venant de l'arrière, calcula à plusieurs reprises, d'après la distance des deux navires, la longueur et la vitesse des vagues ; il mesura aussi leur hauteur dans de très-bonnes conditions d'exactitude. La moyenne des résultats observés fut :

demi-durée T . . . . . $4'' 4$,
demi-longueur L . . . . . $58^m$,
demi-hauteur H . . . . . $4^m 8$.

(*) *Nautical Magazine*, ann. 1848. p. 228, cité par M. Cialdi, n^os 475, 476.

La longueur, calculée d'après la durée, serait de $60^m$ (*).

En 1848, à bord de l'*Hibernia*, Scoresby observa dans l'Atlantique des vagues de très-gros temps. Il n'avait aucun point de repère pour prendre la mesure précise de la longueur et n'a pu en donner qu'une simple évaluation ; il calculait la durée en comptant le nombre de vagues qui passaient dans un temps donné, en faisant une correction pour la vitesse propre du navire.

Il a trouvé :

demi-durée T..... $5''8$,
demi-longueur L..... $85^m$,
demi-hauteur H..... $6^m 50$.

La longueur calculée est de $104^m$ (**).

En 1869, à bord de la *Sémiramis*, M. de Maupeou, ingénieur de la marine, a observé une houle venant de l'arrière. En employant les mêmes moyens que Scoresby, c'est-à-dire en comparant la longueur des vagues à celle de la frégate, il a trouvé :

demi-durée..... $3''4$,
demi-longueur... $42^m 4$,
demi-hauteur.... $4^m$.

La demi-longueur calculée est de $36^m 10$ (***).

On comprend facilement que la mesure de la longueur ait été prise plus exactement que pour la très-grosse vague observée par Scoresby.

(*) Wilkes, *Narrative of the United States exploring exped.*, Philadelphie, 1845, tom. I, p. 134-135, cit. par M. Cialdi, nos 435-436.

(**) Scoresby, *On atlantic Waves, their magnitude*, etc. Londres, 1851, p. 26-31, cité par M. Cialdi, no 485.

(***) *Mémorial du génie maritime*. année 1870. 1re liv., pl. 18.

M. le comm. Alessandro Cialdi a réuni, dans un ouvrage rempli d'érudition, non-seulement toutes les observations connues, mais encore l'avis de tous les marins qui ont exprimé une opinion sur les dimensions et la vitesse de propagation des vagues en général (*). Dans ce recueil curieux, on peut trouver, à côté des observations que j'ai citées, des nombres présentés par MM. de Goimpy, Keller, Ross, Fleuriot de Langle, par les auteurs du *Guide du marin*, etc. ; mais ces auteurs n'indiquent point par quelle méthode leurs données ont été obtenues, et il n'est pas possible, par suite, de discuter les écarts plus ou moins grands qu'elles présentent avec la théorie (**).

(*) Aless. Cialdi, *Sul moto ondoso del mare e su le correnti di esso*. Rome, 1866.

La partie la plus importante et la plus originale de ce vaste recueil est consacrée à l'étude des attérissements produits par la mer le long du rivage et à la recherche des moyens préventifs contre l'ensablement des ports. Les données expérimentales obtenues sur le mouvement ondulatoire de l'eau dans des canaux peu profonds ont, par suite, pour M. Cialdi, plus d'importance que les lois théoriques applicables seulement à la haute mer et à l'étude du roulis du navire ; il cite fréquemment les travaux de M. de Caligny.

L'ouvrage de M. le commandeur Cialdi a été l'objet d'un rapport verbal très-favorable de M. de Tessan à l'Académie des sciences, séance du 11 juin 1866, tom. LXII, p. 1271-77.

(**) Cialdi, p. 540, tableau récapitulatif.

Le *Guide du marin* rapporte qu'on a observé dans le golfe de Gascogne des vagues de 400$^{m}$ de long et de 20$^{m}$ de vitesse par seconde ; d'après la théorie, étant donné la durée, elles ne devaient avoir que 312$^{m}$ de long ; M. Cialdi, dans son tableau recap., a mis, dans la colonne des longueurs, 175$^{m}$ au lieu de 400$^{m}$, ce qui augmenterait singulièrement l'écart.

V. *Guide du marin*, tom. II, p. 317.

M. Cialdi, allant de Londres à Rome en 1858, à bord du *San-Pietro*, avec lequel un autre vapeur, le *San-Paolo*, naviguait de conserve, a fait lui-même dans le golfe de Gascogne des observations sur les vagues.

L'intérêt qu'il porte à l'étude de la mer est un sûr garant du soin apporté à ses expériences ; cependant, d'après les nombres qu'il donne, une houle de 79$^{m}$ de demi-longueur aurait eu 10″ 5 de demi-durée, ce qui est en contradiction non-seulement avec la théorie, mais aussi avec l'observation rapportée dans le *Guide du marin*, sans aucun détail il est vrai, d'une houle beaucoup plus longue ayant précisément cette durée, et avec l'observation de Scoresby, d'une houle de même longueur ayant une durée bien moindre. Malgré l'attention avec laquelle je relis le passage de M. Cialdi, je dois croire que je l'interprète mal et que c'est la durée totale des vagues qui était de 10″ 5, ce qui est d'ailleurs beaucoup plus probable, car la mer, bien que grosse, n'était pas extraordinaire ; la demi-durée étant évaluée à 5″ 25, la demi-longueur théorique est de 86$^{m}$ et la concordance avec la longueur observée est satisfaisante (*).

# III

La troisième partie, relative au roulis, a été développée sur deux points.

10.— J'ai analysé en détail les résultats qui ressortent, au point de vue des effets de la résistance de l'eau au mouvement de la carène, de l'expérience que j'ai exécutée en 1867 sur la décroissance des roulis du *Renard* en eau calme, à laquelle j'ai fait allusion au n° 33.

(*) Cialdi, n° 488 *in fine*.

Le moment de la résistance de carène, d'après ce qui est dit au n° 26, peut être exprimé très-approximativement par l'expression

$$K_1 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2$$

$K_1$ étant un coefficient du quatrième degré, au point de vue de l'homogénéité des équations.

Le travail résistant, pour un angle parcouru $d\varphi$, est

$$dT = -K_1 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 d\varphi.$$

Considérons l'angle $\varphi$ comme donné en fonction du temps par l'équation du roulis en eau calme

$$\varphi = \varphi_0 \cos \varepsilon t ;$$

nous avons

$$\frac{d\varphi}{dt} = \varepsilon \varphi_0 \sin \varepsilon t,$$

$$\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = \varepsilon^2 (\varphi_0^2 - \varphi^2) ;$$

le travail, pour une demi-oscillation de $\varphi_0$ à 0, est égal à

$$-\int_0^{\varphi_0} K_1 \varepsilon^2 (\varphi_0^2 - \varphi^2)\, d\varphi = -\frac{2}{3} K_1 \varepsilon^2 \varphi_0^3 ;$$

en calculant de la même manière le travail de la résistance de carène pour l'autre moitié d'une oscillation complète allant de l'angle 0 à $\varphi_1$ et ajoutant ces deux travaux, nous trouvons, pour leur somme,

$$T = -\frac{2}{3} K_1 \varepsilon^2 (\varphi_0^3 + \varphi_1^3).$$

Pendant la première moitié de l'oscillation, le couple de stabilité a produit un travail positif qui est

$$\int_0^{\varphi_0} P\,(\rho - a)\,\varphi\,d\varphi = \frac{1}{2} P\,(\rho - a)\,\varphi_0^2 ;$$

pendant la seconde moitié, il a produit un travail négatif

$$-\int_0^{\varphi_1} P\,(\rho - a)\,\varphi\,d\varphi = -\frac{1}{2} P\,(\rho - a)\,\varphi_1^2.$$

La somme de ces trois travaux est nulle, ce qui donne

$$\varphi_0^2 - \varphi_1^2 - \frac{4 K_1 \varepsilon^2}{3 P\,(\rho - a)} \left(\varphi_0^3 + \varphi_1^3\right) = 0.$$

Appelons K' le coefficient $\frac{4 K_1 \varepsilon^2}{3 P\,(\rho - a)}$ ou $\frac{4}{3} K_1 \mathrm{S} r^2\,dm$ qui est du degré — 1, posons

$$\varphi_0 - \varphi_1 = \Delta\varphi,$$

$$\frac{\varphi_0 + \varphi_1}{2} = \varphi_m ;$$

nous avons

$$\Delta\varphi = K' \frac{\varphi_0^3 + \varphi_1^3}{\varphi_0 + \varphi_1} = K' \left(\varphi_0^2 - \varphi_1 \varphi_0 + \varphi_1^2\right),$$

$$\Delta\varphi = K' \left[\left(\frac{\varphi_0 + \varphi_1}{2}\right)^2 + \frac{3}{4} (\varphi_0 - \varphi_1)^2\right],$$

c'est-à-dire

$$\Delta\varphi = K' \varphi_m^2 - \frac{3}{4} K' (\Delta\varphi)^2$$

ou sensiblement

$$\Delta\varphi = K' \varphi_m^2.$$

Sur le *Renard*, il y avait au moment de l'expérience, 20 tonneaux de lest qui venaient de me servir à mesu-

rer la stabilité sous des inclinaisons croissantes, jusqu'à 20° ; ce lest, en diminuant la stabilité déjà très-faible, permettait d'imprimer au navire des oscillations de 20° sur chaque bord, en faisant courir l'équipage d'un bord à l'autre : c'était une circonstance exceptionnellement favorable pour observer la décroissance des oscillations du navire abandonné à lui-même.

Les amplitudes sur chaque bord et les durées de huit oscillations successives observées dans ces conditions sont données par le tableau suivant.

| Temps à partir du commencement de l'expérience $t$ | Amplitude des oscillations à partir de la verticale $\varphi$ |
|---|---|
| 0 | 18° |
| 6"4 | 14 |
| 13,4 | 12 |
| 20,4 | 10 |
| 27,0 | 8 |
| 33,4 | 7 |
| 40,0 | 6 |
| 46,8 | 5 |
| 54,0 | 5 |

Pour obtenir la loi régulière de la décroissance des roulis, j'ai porté sur des ordonnées équidistantes les unes des autres, des longueurs proportionnelles aux neuf valeurs de $\varphi$ et j'ai tracé, à l'aide de ces points, une courbe

moyenne: cette courbe donne neuf valeurs rectifiées des angles $\varphi$ et par suite huit valeurs de $\varphi_m$ et huit valeurs de $\Delta\varphi$, pour chacune desquelles on peut calculer le coefficiant K′ en ayant soin de transformer les angles en longueurs d'arc dans la circonférence ayant l'unité pour rayon.

Voici les 8 valeurs de K′ calculées par la formule

$$K' = \frac{\Delta\varphi}{0{,}017453\,\varphi_m{}^2}$$

0,017453 étant l'arc de 1°.

Le terme $\frac{3}{4}(\Delta\varphi)^2$ peut être négligé au dénominateur ; l'erreur ainsi commise est très-inférieure à celles de l'expérience, ainsi que je m'en suis assuré.

| $\varphi$ | $\varphi_m$ | $\Delta\varphi$ | K′ |
|---|---|---|---|
| 17,55 | | | |
| | 15,92 | 3,26 | 0,7 |
| 14,29 | | | |
| | 13,06 | 2,45 | 0,8 |
| 11,84 | | | |
| | 10,83 | 1,99 | 1,0 |
| 9,85 | | | |
| | 9,04 | 1,62 | 1,1 |
| 8,23 | | | |
| | 7,60 | 1,26 | 1,2 |
| 6,97 | | | |
| | 6,50 | 0,95 | 1,3 |
| 6,02 | | | |
| | 5,68 | 0,68 | 1,2 |
| 5,34 | | | |
| | 5,10 | 0,48 | 1,0 |
| 4,86 | | | |

La valeur moyenne de K' est de 1,04 ; elle est bien incertaine sans doute, mais elle mérite d'être enregistrée, comme la première donnée obtenue sur cette matière.

Pour obtenir le coefficient K, qui doit être le même pour les navires semblables, il faut connaître le moment d'inertie $S r^2 dm$ du *Renard*. On a d'abord la durée des oscillations qui était de 6″75, dans les conditions de l'expérience, d'après les chiffres donnés plus haut. Quant à la stabilité, elle avait été mesurée, comme je l'ai dit, sous diverses inclinaisons et le tableau suivant, qui donne les résultats obtenus, montre en même temps que sur le *Renard*, la développée métacentrique ne saurait être, sans erreur sensible, remplacée par un point unique quand les inclinaisons atteignent 20° :

| Inclinaison $\theta$ | Valeur correspondante de $\rho - a$ |
|---|---|
| 0° | 0m26 |
| 3 | 0,274 |
| 6 | 0,286 |
| 9 | 0,298 |
| 12 | 0,314 |
| 13 | 0,337 |
| 18 | 0,370 |

Pour établir entre ces valeurs de $\rho - a$ une moyenne qui s'applique aussi bien que possible à la série de

roulis dont nous avons la durée, il faut remarquer que la dernière valeur a été atteinte dans une oscillation seulement, la précédente dans 2, la cinquième dans 3, la quatrième dans 5 et ainsi de suite ; on est ainsi conduit à prendre une moyenne proportionnelle aux nombres 9, 9, 7, 5, 3, 2, 1, et on trouve finalement

$$\rho - a = 0^{m}\,285.$$

Le déplacement P du bâtiment étant de 839 $T^{x}$ 5 au moment de l'expérience, on a

$$\mathrm{S} r^2\, dm = \frac{T^2}{\pi^2} P\,(\rho - a) = 1.104\ T^{x}\,M^2,$$

on en déduit

$$K_1 = \frac{3}{4} K' \mathrm{S} r^2\, dm = 861{,}5,$$

et enfin, la longueur A du *Renard* étant de 60 mètres et le tirant d'eau moyen $p$ de $3^{m}$ 45 on a, pour le coefficient général de résistance égal à $\frac{\frac{1}{4} K_1}{A\, p^4}$, la valeur

$$K_1 = 0{,}4054\ (^{*}).$$

Le *Renard* peut être considéré comme défini complètement au point de vue du roulis, par les données qui viennent d'être calculées. Dans l'impossibilité d'intégrer l'équation différentielle complète du roulis, ce qui don-

(*) C'est le coefficient K de la formule $R = K\, s\, v^2$, R étant la résistance opposée à un corps de surface $s$, animé d'une vitesse $v$ dans les conditions du roulis du *Renard*.

nerait une solution complète, on peut, du moins, évaluer l'amplitude maxima des oscillations sur une houle synchrône avec elles.

Il faut, pour cela, admettre que, pendant la durée d'une oscillation, le mouvement angulaire du navire et celui de la normale à la houle, peuvent être regardés comme une même fonction de $t$, quelle que soit d'ailleurs cette fonction, de telle sorte que l'on a, à chaque instant,

$$\frac{\varphi}{\theta} = \frac{\varphi_0}{\Theta}$$

Le travail élémentaire du couple de stabilité, qui est

$$P\,(\rho - a)\,\varphi\,d\,(\varphi + \theta)$$

avec le signe + quand le navire et la normale tournent en sens contraire et le signe — quand ils tournent dans le même sens, devient alors

$$P\,(\rho - a)\left(1 \pm \frac{\Theta}{\varphi_0}\right)\varphi\,d\varphi.$$

Dans l'hypothèse d'un roulis croissant, le travail sera, pendant le rappel,

$$+\frac{1}{2}\,P\,(\rho - a)\,(\varphi_0 + \Theta)\,\varphi_0$$

et, pendant l'abattée suivante,

$$-\frac{1}{2}\,P\,(\rho - a)\,(\varphi_1 - \Theta)\,\varphi_1,$$

car le travail tout entier doit être pris avec le signe + pendant les rappels et le signe — pendant les abattées.

Nous ferons remarquer, en passant, que, si la résistance de l'eau n'intervenait pas, la somme de ces deux travaux serait nulle ; on aurait alors

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_0} = \frac{\varphi_0 + \Theta}{\varphi_1 - \Theta},$$

d'où on tirerait

$$\frac{\varphi_1 - \varphi_0}{\varphi_1 + \varphi_0} = \frac{2\Theta - (\varphi_1 - \varphi_0)}{\varphi_1 + \varphi_0}$$

et, en posant

$$\varphi_1 - \varphi_0 = \Delta\varphi,$$

on aurait

$$\Delta\varphi = \Theta ;$$

le passage d'une vague, de la crête au creux, produirait une augmentation de roulis égale à $\Theta$.

Tenons compte maintenant du travail négatif, de la résistance de l'eau

$$-\frac{1}{2} K_1 \varepsilon^2 (\varphi_0^3 + \varphi_1^3);$$

l'équation du travail est

$$\left.\begin{aligned} \frac{1}{2} P(\rho - a)(\varphi_0 + \Theta)\varphi_0 - \frac{1}{2} P(\rho - a)(\varphi_1 - \Theta)\varphi_1 \\ - \frac{2}{3} K_1 \varepsilon^2 (\varphi_0^3 + \varphi_1^3) \end{aligned}\right\} = 0,$$

ou bien, d'après la valeur de K' déjà prise plus haut,

$$(\varphi_1 + \varphi_0) \left\{ \Theta - (\varphi_1 - \varphi_0) \right\} - K' (\varphi_1^3 + \varphi_0^3) = 0,$$

ce qui donne, d'après un calcul déjà fait,

$$\Theta - \Delta\varphi - K' \varphi_m^2 - \frac{3}{4} K' (\Delta\varphi)^2 = 0.$$

Le roulis maximum est atteint lorsque $\Delta\varphi$ est nul ; on a donc, pour déterminer la valeur $\Phi$ de ce roulis, l'équation

$$\Theta - K' \Phi^2 = 0, \qquad (19)$$

ou

$$\Phi = \sqrt{\frac{\Theta}{K'}},$$

qui donne, pour le *Renard*,

$$\Phi = 22^\circ 10',$$

en supposant $\Theta = 8^\circ 55'$.

Cette valeur de $\Phi$, eu égard à ce que le *Renard* est un bâtiment très-rouleur, me ferait penser que la valeur trouvée pour K' est un peu trop forte.

11. — J'ai cherché à me rendre un compte exact de l'influence que peut avoir sur le roulis maximum le rapport qui existe entre les dimensions transversales aux divers points de la carène d'un navire et les dimensions de la houle synchrône avec le roulis, en vertu des deux causes indiquées au n° 24.

Pour avoir l'inclinaison moyenne $\theta_m$ de la poussée par rapport à la verticale, dans une proportion du liquide

comprise entre deux surfaces de niveau infiniment voisines, il faut calculer la somme

$$\int \operatorname{tang} \theta \, d\sigma$$

et la diviser par

$$\int d\sigma.$$

La première intégrale est égale à

$$-\frac{g^2 - \varepsilon^4 r^2}{g\,\varepsilon^2}\, dz \text{ log. nép. } (g - \varepsilon^2 r \cos \varepsilon t),$$

la seconde est égale à

$$\frac{g^2 - \varepsilon^4 r^2}{g\,\varepsilon}\, t\, dz ;$$

on obtient en faisant la division, la valeur de tang $\theta_m$ et, en supposant que l'arc de trochoïde soit divisé, par le point d'inflexion de la courbe, en deux parties parcourues en un même temps $t_1$ par une molécule dans son mouvement, on trouve :

$$\operatorname{tang} \theta_m = \frac{T}{2\pi t_1} \text{ log. nép. } \frac{1 + \pi \frac{r}{L} \sin \pi \frac{t}{T}}{1 - \pi \frac{r}{L} \sin \pi \frac{t_1}{T}} :$$

c'est la plus grande inclinaison moyenne qu'on puisse trouver sur la couche pour un arc d'une longueur telle qu'il soit parcouru dans le temps $2\,t_1$.

En divisant tang $\theta_m$ par tang $\Theta$, on a le coefficient de réduction $\mu$ par lequel il faut multiplier l'inclinaison maxima de la houle pour avoir l'inclinaison de la poussée

sur un flotteur dont la largeur serait égale à la corde de l'arc de trochoïde considérée : on trouve ainsi

$$\mu = \frac{LT}{2\pi^2 r t_1} \log.\text{nép.} \frac{1 + \pi \frac{r}{L} \sin \pi \frac{t_1}{T}}{1 - \pi \frac{r}{L} \sin \pi \frac{t_1}{T}}.$$

En calculant la longueur $d$ de la corde de cet arc de trochoïde en fonction de $t_1$, on trouve

$$d = \sqrt{\left(2\,L\frac{t_1}{T}\right)^2 + \left(2r\sin\pi\frac{t_1}{T}\right)^2}, \quad (*)$$

ou

$$\frac{d}{L} = \sqrt{\left(\frac{2t_1}{T}\right)^2 + \left(2\frac{r}{L}\sin\pi\frac{t_1}{T}\right)^2};$$

en donnant à $t_1$ diverses valeurs dans les expressions de $\mu$ et de $d$ ou obtient le tableau suivant pour déterminer $\mu$ en fonction du rapport de la corde $d$ à la longueur de la vague L :

(*) Les coordonnées des deux extrémités de l'arc sont données en fonction de $t$, par les équations (2), page 9 :

$$x = Ut - a\sin\varepsilon t,$$
$$y = z + b\cos\varepsilon t.$$

En substituant leurs valeurs dans l'expression

$$d = \sqrt{(x' - x'')^2 + (y' - y'')^2},$$

on obtient, pour $d$, la valeur indiquée.

| Valeurs de $\pi\frac{t_1}{T}$ en degrés. | Valeur correspondante de $\frac{d}{L}$ | Valeur correspondante de $\mu$ |
|---|---|---|
| 0° | 0 | 1,0000 |
| 22°.30′ | 0,2529 | 0,9757 |
| 45° | 0,5050 | 0,9040 |
| 67°.30′ | 0,7623 | 0,7901 |
| 90° | 1,0061 | 0,6454 |
| 112°.30′ | 1,2574 | 0,4741 |
| 135° | 1,5017 | 0,2013 |
| 157°.30′ | 1,7504 | 0,1394 |
| 180° | 2,00 | 1,0000 |

A l'aide de ce tableau, on peut construire très-exactement la courbe qui donne $\mu$ en fonction du rapport de $d$ à L : cette courbe permet de calculer le coefficient $\mu$ pour un navire et une houle donnés ; il faut, pour cela, prendre le tableau complet des doubles ordonnées $d$ de la carène, diviser chacune d'elles par la longueur L de la houle, chercher sur la courbe toutes les valeurs de $\mu$, multiplier chacune d'elles par la valeur correspondante de $d$, faire la somme des produits $d\,\mu$ et la diviser par la somme des ordonnées $d$.

J'ai exécuté les calculs pour les bâtiments cuirassés *Magenta*, *Rochambeau* et *Atalante* et pour l'aviso *D'Estrées*, avec la houle synchrône et la houle hémi-

chrône de chacun d'eux (*). J'ai reconnu, sur les huit valeurs de $\mu$ ainsi obtenues que, grâce à l'analogie que présentent dans la réalité les différentes formes de carène, le coefficient $\mu$ est une fonction assez continue du rapport de la largeur moyenne $l_m$ du navire à la longueur L de la houle considérée, la largeur moyenne étant le quotient du volume de la carène par la surface du plan longitudinal. Grâce à cette remarque, on peut très-facilement, en traçant une courbe dont les valeurs de $\mu$ que j'ai calculées fournissent huit points, obtenir ensuite immédiatement la valeur de $\mu$ pour tous les navires possibles, sur des mers présentant l'inclinaison maxima de 8° 55′ adoptée dans mes calculs.

Quant au coefficient $\mu'$ par lequel il faut multiplier l'inclinaison des vagues à la surface pour tenir compte de la diminution, dans la pente des couches de niveau, à mesure qu'on s'enfonce, j'ai admis qu'il est égal au rapport de l'amplitude $r$ de l'oscillation du liquide sur la couche passant par le centre de carène à l'amplitude $h$ à la surface. Ce rapport est donc donné par la formule

$$\log \mu' = -\pi \mathrm{M} \frac{z}{\mathrm{L}},$$

$z$ étant la distance du centre de carène à la flottaison et M le module des logarithmes décimaux (**).

Etant donné le moment d'inertie d'un navire, la valeur du couple de stabilité détermine la durée des vagues

(*) Je nomme houle hémichrône d'un navire celle dont la durée est la moitié de celle du roulis, de telle sorte qu'il passe une vague complète de crête en crête pendant un roulis simple d'un bord sur l'autre.

(**) Etude sur la houle et le roulis n° 15.

qui font atteindre les plus grands roulis, et c'est de la valeur des coefficients K', $\mu$ et $\mu'$ dépendant des formes de toutes les parties de la carène, que résulte l'amplitude des roulis, pour un rapport donné entre la durée des vagues et celle du roulis. L'influence des coefficients $\mu$ et $\mu'$ diminue à mesure que la houle est plus longue ; si deux navires naviguant de conserve avaient même durée d'oscillation et même coefficient de résistance K' et si, par suite, leurs roulis différaient seulement en raison de la différence des produits $\mu\,\mu'$, ces roulis deviendraient égaux lorsque les navires se trouveraient sur une houle suffisamment longue pour n'y déplacer, dans les surfaces de niveau de l'eau, que des portions sensiblement planes et parallèles.

Les deux tableaux suivants donnent la valeur du coefficient $\mu\mu'$ pour divers navires supposés placés sur des houles de 8° 55′ d'inclinaison et ayant, les uns la même durée que les roulis, les autres une durée moitié moindre (*).

z est la distance du centre de carène à la flottaison, $l_m$ la largeur moyenne dont il vient d'être question, T la durée de l'oscillation en eau calme, L la longueur de la houle.

(*) Lorsqu'un navire se trouve sur une houle dont la durée est moitié de celle du roulis et que chaque rappel se fait pendant le passage du creux et chaque abattée pendant le passage de la crête, la stabilité est plus grande pendant les rappels que pendant les abattées ; il y a là un effet périodique, analogue à celui du synchronisme des oscillations, pouvant produire de forts roulis.

VALEUR DES COEFFICIENTS $\mu$ ET $\mu'$ SUR LA HOULE SYNCHRONE ET LA HOULE HÉMICHRONE.

| | T | L | $l_m$ | $z$ | HOULE SYNCHRÔNE | | | HOULE HÉMICHRÔNE | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | $\mu$ | $\mu'$ | $\mu\mu$ | $\mu_1$ | $\mu'_1$ | $\mu_1\mu'_1$ |
| Rochambeau..... | 3″8 | 45ᵐ1 | 10ᵐ45 | 2ᵐ85 | 0,96 | 0,82 | 0,78 | 0,43 | 0,45 | 0,19 |
| Magenta..... | 7,2 | 181,9 | 10,14 | 3,14 | 1,00 | 0,94 | 0,94 | 0,96 | 0,78 | 0,75 |
| Couronne..... | 5,3 | 87,7 | 9,74 | 3,13 | 0,99 | 0,86 | 0,85 | 0,82 | 0,61 | 0,50 |
| Flandre..... | 6,0 | 112,4 | 9,40 | 2,88 | 0,99 | 9,92 | 0,92 | 8,90 | 0,72 | 0,65 |
| Atalante..... | 5,3 | 88,7 | 8,34 | 2,44 | 0,99 | 0,92 | 0,91 | 0,87 | 0,70 | 0,61 |
| Onondaga..... | 2,66 | 22,2 | 9,92 | 1,56 | 0,81 | 0,80 | 0,65 | 0,06 | 0,41 | 0,03 |
| Château-Renaud..... | 4,4 | 60,4 | 4,41 | 1,30 | 0,99 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,73 | 0,68 |
| Protectrice..... | 3,08 | 29,6 | 11,22 | 1,44 | 0,95 | 0,86 | 0,81 | 0,16 | 0,54 | 0,09 |
| Renard..... | 5,7 | 103,6 | 3,71 | 1,31 | 1,00 | 0,96 | 0,96 | 0,98 | 0,85 | 0,84 |
| Corse..... | 3,0 | 28,1 | 2,91 | 1,11 | 0,99 | 0,88 | 0,87 | 0,84 | 0,61 | 0,51 |

On voit, sur ce tableau, que le coefficient de réduction égal au produit $\mu\mu'$ peut varier de un tiers lorsqu'on passe, du *Renard* qui a des roulis très-lents relativement à ses dimensions, à l'*Onondaga* qui en a de très-rapides : le roulis maximum proportionnel à racine carrée de $\mu\mu'$ peut varier par suite de un cinquième environ. En laissant de côté le *Renard* et les bâtiments qui peuvent être considérés comme exceptionnels en raison de leur destination comme les monitors et les batteries flottantes, on voit que le produit $\mu\mu'$ pour la houle synchrône varie entre $0^m85$ et $0^m94$ et que par suite il ne fait varier que de un vingtième environ l'amplitude maxima du roulis : la résistance de la carène est donc le principal élément qui détermine l'amplitude maxima des oscillations.

13. — Considérons de nouveau le roulis relatif $\varphi$ par rapport à la vague ; nous voyons que la résistance de la carène dans l'eau est sensiblement proportionnelle au carré de la vitesse angulaire dans ce roulis : l'accélération du mouvement du centre de gravité est donc proportionnelle à ce même carré. Si la rotation s'effectuait autour d'un axe fixe dans le navire, l'accélération de chaque point serait proportionnelle à l'accélération angulaire. Il est facile de conclure de là que l'axe de rotation occupe, dans le bâtiment, une position variable.

Pour calculer la position de l'axe de rotation à chaque instant, il faut supposer connu le point d'application de la résistance de carène en fonction de cette position.

Si le navire était remplacé par son plan longitudinal, on trouve, par un calcul assez simple, que l'axe de rotation serait à la flottaison, lorsque le navire s'arrêterait à la fin de ses oscillations et qu'il serait à mi-hauteur entre la flottaison et le dessous de quille au moment où le

navire passerait par la position d'équilibre : dans l'intervalle, il oscillerait contre ces deux positions extrêmes.

Si on remplaçait le navire par une planche posée à plat sur l'eau, le centre d'oscillation serait toujours à la flottaison et vers le milieu de la largeur.

On peut conclure de ces deux cas extrêmes que, sur le navire véritable, l'axe d'oscillation oscille entre la flottaison comme limite supérieure et un certain point situé au-dessus de la mi-profondeur de carène comme limite inférieure : la position de ce dernier point ne peut être rigoureusement calculée.

La détermination de l'axe de rotation n'offre aucun intérêt pratique au point de vue des effets du roulis : on doit seulement s'en préoccuper lorsqu'on cherche la meilleure position d'un pendule destiné à enregistrer le roulis relatif $\varphi$, et alors le mieux est d'observer expérimentalement dans quelle région du bâtiment le pendule, dans le roulis en eau calme, s'écarte le moins de la verticale.

L'axe de rotation du roulis relatif, qui vient d'être considéré, n'est point l'axe instantané du mouvement véritable du navire ; pour obtenir ce dernier, il faudrait composer la rotation du roulis $\varphi$ avec celle du roulis de vague $\theta$ qui s'exécute à chaque instant autour du centre de courbure de la couche liquide à laquelle la position d'équilibre est normale.

## IV

14. Il est probable que la part de l'expérience restera longtemps encore supérieure à celle de la théorie dans l'étude de l'architecture navale : c'est donc du côté de l'observation que doivent surtout être dirigés les efforts,

et il faut reconnaître que la mesure simultanée des vagues et des roulis, exécutée par exemple à l'aide d'un instrument composé à la fois de l'oscillomètre à toupie et de l'oscillomètre à pendule, permettrait seule d'obtenir une base de comparaison certaine entre les divers types de navires.

Je ferai remarquer que la combinaison de la toupie et du pendule rendrait inutile l'emploi du petit pendule pour la recherche de l'axe d'oscillation en eau calme, puisqu'on a, dans l'axe de la toupie, un repère fixe, pour observer la position du grand pendule : toutefois, les deux pendules devraient toujours être conservés pour les observations à la mer, afin de s'assurer qu'ils ne prennent pas de mouvement propre sensible en dehors de l'oscillation suivant les angles $\theta$ et $\psi$ qui accompagne le passage de chaque vague.

# OUVRAGES REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ

## De Juillet 1869 à Août 1870

§ 1er — *Ouvrages donnés par le Gouvernement.*

Ministère de l'instruction publique. — Revue des sociétés savantes des départements, 4e série, T. IX (avril à juin 1869); T. X (juillet à décembre 1869); 5e série, T. I (janvier à mai 1870), in-8°, Paris. — Répertoire archéologique du département de l'Yonne, in-4°, 1868. — Dictionnaire topographique du département du Gard, in-4°, 1868. — Dictionnaire topographique du département du Morbihan, in-4°, 1870.

§ 2. — *Publications des Sociétés correspondantes.*

### France.

Alger. *Société de Climatologie algérienne.* — Bulletin de la Société algérienne de climatologie, sciences physiques et naturelles, 6e année (nos 1 à 6), in-8°, 1869; 7e année (nos 1 à 3), in-8°, Alger, 1870.

Amiens. *Société Linnéenne.* — Mémoires de la Société Linnéenne du Nord de la France, T. I (2e partie), in-8°, Amiens, 1869.

Angers. *Société académique.* — Mémoires de la Société Académique de Maine-et-Loire, T. XXIII et XXIV, in-8°, Angers, 1868.

Angers. *Société Linnéenne.* — Annales de la Société Linnéenne de Maine-et-Loire, T. XI, in-8°, Angers, 1869.

Auxerre. *Société des sciences historiques et naturelles.* — Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne, T. XXIII, in-8°, Auxerre, 1869.

Besançon. *Société d'Emulation.* — Mémoires de la Société d'Emulation du Doubs, 3e série, T. X (2e partie), in-8°, Besançon, 1869; 4e série, T. IV, in-8°, 1869.

BORDEAUX. *Académie Impériale.* — Actes de l'Académie Impériale des sciences, belles-lettres et arts de Bordeaux, T. XXX (3e et 4e trim.), in-8°, 1868; T. XXXI (1er trim.), in-8°, Bordeaux, 1869.

BORDEAUX. *Société Linnéenne.* — Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, T. XXIV (nos 5 et 6), in-8°, Bordeaux, 1868-70; T. XXVII (1re partie), in-8°, 1870.

BORDEAUX. *Société des sciences physiques et naturelles.* — Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux, T. V, in-8o, Bordeaux, 1867; T. VII, in-8°, 1869. — Extrait des procès-verbaux, 1869-70.

CAEN. *Académie Impériale.* — Rapports sur les travaux de l'Académie des sciences, arts et belles-lettres de Caen, pour les années 1811 à 1815, in-8°, Caen, 1816. — Mémoires, années 1825, 1829, 1836, 1840, 1845, 1847, 1862, 1869, in-8°, Caen.

CAEN. *Société Linnéenne.* — Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie, 2e série, T. I, in-8°, Caen, 1867; T. II, in-8°, 1868.

CANNES. *Société des sciences.* — Mémoires de la Société des sciences naturelles, des lettres et des beaux-arts de Cannes et de l'arrondissement de Grasse, T. I, in-8°, Cannes, 1870.

CHAMBÉRY. *Académie Impériale.* — Mémoires de l'Académie Impériale des sciences, belles-lettres et arts de Savoie, 2e série, T. XI, in-8°, Chambéry, 1869.

CHERBOURG. *Société d'horticulture.* — Bulletin de la Société d'horticulture de Cherbourg, nos 3 et 4, in-8°, Cherbourg, 1869.

CLERMONT-FERRAND. *Académie.* — Mémoires de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Clermont-Ferrand, T. X, in-8°, Clermont, 1868; T. XI, in-8°, 1869.

COLMAR. *Société d'histoire naturelle.* — Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar, 10e année, in-8°, Colmar, 1870.

DIJON. *Comité central d'agriculture.* — Journal d'agriculture de la Côte-d'Or, année 1870 (nos 1 à 7), in-8°. Dijon, 1870.

LILLE. *Société Impériale.* — Mémoires de la Société Impériale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille, 3e série, T. VI, in-8°, Lille, 1869.

Lyon. *Académie Impériale.* — Mémoires de l'Académie Impériale des sciences, belles-lettres et arts de Lyon : classe des sciences, T. XVII, in-8°, Lyon, 1869-70.

Lyon. *Société Linnéenne.* — Annales de la Société Linnéenne de Lyon, T. XVII, in-8°, Lyon, 1869.

Marseille. *Académie.* — Mémoires de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Marseille, 1868-69, in-8°, Marseille, 1869.

Metz. *Académie Impériale.* — Mémoires de l'Académie Impériale de Metz, 3e série, 26e année (1re et 2e parties), in-8°, Metz, 1868.

Metz. *Société d'histoire naturelle.* — Bulletin de la Société d'histoire naturelle du département de la Moselle, cahiers I à VI, in-8°, Metz, 1843-1851; cahier XII, in-8°, 1870.

Montbéliard. *Société d'Émulation.* — Mémoires de la Société d'émulation de Montbéliard, 2e série, T. II et III (complément), in-8°, Montbéliard, 1865-67.

Nancy. *Académie de Stanislas.* — Mémoires de l'Académie de Stanislas, année 1868, in-8°, Nancy, 1869.

Nantes. *Société académique.* — Annales de la Société académique de Nantes et de la Loire-Inférieure, années 1868 et 1869, in-8°, Nantes.

Orléans. *Société d'agriculture*, etc. — Mémoires de la Société d'agriculture, sciences, belles-lettres et arts d'Orléans, T. XII (nos 3 et 4), in-8, Orléans, 1869; T. XIII (nos 1 à 3), in-8°, 1870.

Paris. *Académie des Sciences.* — Histoire de l'Académie Royale des Sciences depuis son établissement en 1666 jusqu'en 1699, T. I à XI, in-4°, Paris, 1729-33. — Années 1699 à 1764, 1766 à 1769, 1771 à 1773, 1775 à 1784. — Table alphabétique des matières de 1666 à 1730, T. I à IV, in-4°, Paris, 1729-34. — Mémoires de l'Institut national des sciences et arts : sciences mathématiques et physiques, T. I à VIII, in-4, 1798-1807. — Mémoires des savants étrangers, T. I, in-4°, 1805. — Rapports et discussions de toutes les classes de l'Institut sur les ouvrages admis au concours pour les prix décennaux, in-4°, 1810. — Comptes-rendus hebdomadaires de l'Académie des Sciences, T. LXVII et LXVIII, in-4°, 1868-69.

PARIS. *Observatoire Impérial.* — Annales de l'Observatoire Impérial de Paris : Mémoires, T. IX, in-4o, 1868. — Atlas des mouvements généraux de l'atmosphère, année 1865 (janvier à juin), in-plano, 1867. — Atlas météorologique de l'Observatoire Impérial, années 1867 et 1868, in-fo, 1868-69.

PARIS. *Société d'acclimatation.* — Bulletin mensuel de la Société Impériale zoologique d'acclimatation, 2e série, T. VI (nos 5 à 12), in-8o, 1869; T. VII (nos 1 à 7), in-8o, 1870.

PARIS. *Société botanique.* — Bulletin de la Société botanique de France, T. XV (sess. extr.), in-8o, 1868; T. XVI, in-8o, 1869; T. XVII (Revue bibliogr. A, B), in-8o, 1870.

PARIS. *Société chimique.* — Bulletin mensuel de la Société chimique de Paris, année 1869 (juillet à décembre), in-8o, 1869; année 1870 (janvier à juillet), in-8o, 1870.

PARIS. *Société de géographie* — Bulletin de la Société de géographie, 5e série, T. XVII (no 6); T. XVIII et XIX, in-8o, 1869-70.

PARIS. *Société d'horticulture.* — Journal de la Société Impériale et centrale d'horticulture de France, 2e série, T. III (nos 6 à 12), in-8o, 1869; T. IV (nos 1 à 7), in-8o, 1870.

PARIS. *Association scientifique.* — T. VI (nos 127 à 140, 142 à 152), in-8o, 1869; T. VII (nos 153 à 178) et VIII (nos 179 à 184), in-8o, 1870.

PARIS. — *Revue des Cours scientifiques de la France et de l'Etranger*, T. I à VI, in-4o, 1864-69; T. VII (nos 1 à 36), in-4o, 1870.— *Revue des Cours littéraires*, T. I à VI, in-4o, 1864-1869; T. VII (nos 1 à 36), in-4o, 1870.

PRIVAS. *Société des sciences.* — Bulletin des sciences naturelles et historiques de l'Ardèche, no 5, in-8o, Privas, 1869.

ROCHEFORT. *Société d'agriculture, des belles-lettres, sciences et arts.* — Travaux, année 1855-56, in-8o, Rochefort, 1869.

ROUEN. *Académie des sciences.* — Précis analytique des travaux pour l'année 1868-69, in-8o, Rouen, 1869.

ROUEN. *Société des amis des sciences naturelles.* — 4e année, in-8o, Rouen, 1870.

SAINT-LO. *Société d'agriculture.* — Notices et documents publiés par la Société d'agriculture, d'archéologie et d'histoire naturelle du département de la Manche, T. I à III,

in-8°, Saint Lo, 1851-1868. — Mémoires sur l'histoire du Cotentin et de ses villes par Messire René Toustain de Billy, 1re partie, 1re livr., in-8°, St-Lo, 1864.

Saint-Quentin. *Société académique des sciences, arts, belles-lettres, agriculture et industrie.* — Travaux de 1868 (3e série, T. VIII), in-8°, St-Quentin, 1869.

Strasbourg. *Société des sciences naturelles.* — Mémoires de la Société des sciences naturelles de Strasbourg, T. VI, (2e liv.), in-4°, Strasbourg, 1870. — Bulletin de la Société, 1re année, (nos 1 à 11), in-8°, 1868; 2e année (nos 1 à 10), in-8°, 1869.

Toulouse. *Académie Impériale.* — Mémoires de l'Académie Impériale des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse, 7e série, T. I, in-8°, Toulouse, 1869.

Troyes. *Société académique.* — Mémoires de la Société académique du département de l'Aube, T. XXXII, in-8°, Troyes, 1868. — Organisation de la Société, 6e édit., in-8°, 1869.

Vitry. *Société des arts et sciences de Vitry-le-Français.* — III, in-8°, Vitry, 1869.

## Grande-Bretagne.

Cambridge. *Société philosophique.* — Transactions of the Cambridge philosophical Society, T. XI (pars 2a), in-4°, Cambridge, 1869. — Proceedings, nos 3 à 6, in-8°, 1866-67.

Edimbourg. *Société Royale de physique.* — Proceedings of the Royal physical Society of Edinburg, T. I à III, in-8°, Edimbourg, 1854-1866.

Greenwich. *Observatoire Royal.* — Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the Royal Observatory, Greenwich, in the year 1867, in-4°, Londres, 1869.

Londres. *Amirauté.* — The Nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the years 1868 to 1873, in-8°, Londres, 1864-69. — Circular n° 12 : Path of the total phase of the solar eclipse December 21-22, 1870, in-8°, Londres, 1870.

Londres. *Société Royale astronomique.* — Monthly notices of the Royal astronomical Society, T. XXIX (nos 8 et 9) : T. XXX (nos 1 à 8), in-8°, Londres, 1869-70.

LONDRES. *Société Linnéenne.* — Journal of the Linnean Society. Zoology, nos 36 à 46, in-8°, Londres, 1867-69. — Botany, nos 40 à 51, in-8°, 1867-69; T. XII, in-8°, 1869. — Address of the President, in-8°, 1869. — List of the Linnean Society 1867, 1868, in-8°.

MANCHESTER. *Société littéraire et scientifique.* — Memoirs of the literary and philosophical Society of Manchester, 3d series, T. III, in-8°, Manchester, 1868. — Proceedings, T. II, V à VII, in-8°, 1860-68.

## Belgique.

BRUXELLES. *Académie Royale.* — Bulletin de l'Académie Royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique, 2e série, T. XXVII et XXVIII, in-8°, Bruxelles, 1869. — Annuaire de l'Académie pour 1870, in-16.

BRUXELLES. *Société Royale de botanique.* — Bulletin de la Société Royale de botanique de Belgique, T. VIII (nos 1 à 3), in-8°, Bruxelles, 1869-70.

## Pays-Bas.

AMSTERDAM. *Académie Royale des Sciences.* — Verslagen en Mededeelingen der Koninglyke Akademie van Wetenschappen : afdeeling Natuurkunde, 2e série, T. III, in-8°, Amsterdam, 1869. — Processen-verbaal van de gewone Vergaderingen, afdeeling Natuurkunde, 1868-69, in-8. — Jaarboek van de Kon. Akademie van Wetenschappen voor 1868, in-8°.

AMSTERDAM. *Société zoologique.* — Bydragen tot de Dierkunde, 9e liv., in-f°, Amsterdam, 1869.

GRONINGUE. *Société des sciences naturelles.* — Verslag van de inrigting van het Natuur- en Scheikundig Genootschap te Groningen, années 1807 à 1830, in-8°, Groningue. — Verslag van den Staat en de werkzaamheden van het Genootschap ter bevordering der natuurkundige wetenschappen, années 1830 à 1840, 1844, 1846 à 1858, in-8°. — Verslag over het natuurkundig Genootschap te Groningen, années 1863, 1867, 1869, in-8°. — Berichte, 1804 et 1807, in-8°. — Wetten, 1819, 1827, 1847 et 1862, in-8°. — Het

vyfentwintigjarig Bestaan, 1826. — Het vyftigjarig Bestaan, 1851. — Vervolg van eenige Proefnemingen over het Donderzilver, 1808. — Verslag van eenige Proefnemingen over de Bleking van Spons, Urs en Gomlak, 1808. — Een zeer gemakkelyk en eenvondig werhting om den Phosphorus in vormen te brengen, 1810. — Berigt omtrent eenige inlandsche Siropen. — Eenige Bydragen tot de geschiedenis der natuurkundige wetenschappen in de Nederlanden, 1813. — Verhandeling over de voordeelen van eenen langzamen Dooi, 1815. — Lyst van Mollusca in de Noordsee, 1820. — Uittreksels uit brieven van de heeren Kuhl en van Hasselt, 1822.

Harlem. *Société hollandaise des sciences.* — Natuurkundige verhandelingen van de hollandsche Maatschappy der wetenschappen, T. XVI (n° 2), in-4°, Harlem, 1862. — Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles, T. IV, in-8°, Harlem, 1869.

Harlem. *Société néerlandaise pour l'encouragement de l'Industrie.* — Resolutien des œconomischen Taks van de hollandsche Maatschappye der wetenschappen te Haarlem, sessions I à XIX, années 1778 à 1796, in-8°, Harlem. — Resolutien der nationale nederlandsche huishoudelyke Maatschappye, sessions XX à XXX, 1797 à 1807, in-8°. — Handelingen der hollandsche huishoudelyke Maatschappy, sessions XXXI à LVIII, 1808 à 1835, in-8°. — Handelingen der nederlandsche Maatschappy ter bevordering van Nyverheid, sessions LIX à XCIII, 1836 à 1870, in-8°. — Uittreksels uit Berigten (Algemeene Verslagen wegen den staat van Landbouw) fasc. I à LII, 1806 à 1859, in-8°. — Antwoorden : Landbouw, fasc. II à XI, XIII, XV à XXXVIII, in-8°, 1781-1844 ; Zeewart en Vischeryen, fasc. I à VII, in-8°, 1780-1788 ; Werkting en scheikunde, fasc. I à XI, 1781-1822; Handwerken en fabricken, fasc. I à VI, 1787-1809; Nuttige Voorstellen, fasc. I à VI, 1793-1817; Kunsten en trafyken, fasc. I et II, 1829-1837; Beschryving en gebruik van voorwerpen ten algemeenen nutte, fasc. I à IV, 1826-1830. — Prysvraagen, années 1778 à 1844, 1848 à 1868, in-8°. — Algemeen Register op de prysvraagen, medaillen en premien, 1778-1848, in-8°. — Prix et encouragements

de 1778 à 1781, in-8°. — Punten van Beschryving voor de algemeene vergaderingen, 1845 à 1870, in-8°. — Naamlysten van planten en gewassen ingezonden op de openbaren Tentoonstellingen te Haarlem, années 1818 à 1828, 1830, 1832, in-8°. — Programma wegens Tentoonstellingen van planten en gewassen, années 1818, 1819, 1822 à 1830, 1832, in-8°. — Wetten en conceptwetten, 1779, 1800, 1805, 1826, 1835, 1836, 1846, 1847, 1856, 1866, in-8°. — Algemeene Naamlysten der Leden, 1835, 1840, 1846, 1851, 1856, 1859, in-8°. — Alphabetisch Register der Stukken van het Modellen-Kabinet, 1815, 1824, in-8°. — Alphabetisch Register van Werktuigen en Voorwerpen in het Kabinet, 1838, in-4°. — Bydragen voor de Nyverheid, fasc. I à VII, 1836-1842. — Stukke by gelegenheid der Vieringen van het vyfentwintig, vyftig- en vyfenzeventigjarig Bestaan, 1803, 1828, 1853, in-8°. — Tydschrift ter bevordering van Nyverheid, T. I à XXXII et XXXIII (nos 1 à 8), in-8°, 1823-1870. — Algemeen Register op het Tydschrift (Deel I-XXX), in-8°, 1868. — Herbarium vivum of verzameling van gedroogde voorbeelden van nuttige gewassen, T. I et II, in-8°, 1839-1843. — Handleiding tot de inlandsche Schaaps-teelt, T. I et II, in-8°, 1835-36. — Diverses brochures sur l'industrie et l'agriculture, in-8°, Harlem, 1777-1868.

Leyde. *Société botanique.* — Nederlandsch kruidkundig archief, T. IV (n° 4), in-8°, Leyde, 1859.

Middelbourg. *Société zélandaise des sciences.* — Verslag van het verhandelde in de algemeene Vergadering ter viering van het Eeuwfeest, in-8°, Middelbourg, 1869. — Archief. Vroeg ere en latere Mededeelingen voornamelyk in betrekking tot Zeeland, fasc. VII, in-8°, 1869.

Utrecht. *Société des arts et sciences.* — Natuurkundige verhandelingen, nouv. série, T. I (n° 6), in-4°, Utrecht, 1869. — Aanteekeningen van het verhandelde in de sectie-vergaderingen van het provinciaal Utrechtsch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, in-8°, 1869. — Verslag van het verhandelde in de algemeene vergaderingen, in-8°, Utrecht, 1869.

## Suède et Norvège.

Christiania. *Université.* — Det Kongelige norske Frederiks Universitets Aarsberetning for Aaret 1868, in-8°, Christiania, 1869. — Index scholarum in Universitati Regia Fridericiana centesimo duodecimo ejus semestri anno 1869 ab XVII kalendas februarias habendarum, in-4°, 1869. — En anatomisk beskrivelse af de paa over- og underextremiteterne forekommende Bursæ mucosæ, in-4°, 1869. — Le glacier de Boium en juillet 1868, in-4°, 1869. — Bibliographie statistique du royaume de Norvège pour les années 1850-1869, in-4°, 1869. — Rapport au congrès international de statistique de La Haye sur l'état de la statistique officielle du royaume de Norvège, in-8°, 1869. — Ungedruckte, unbeachtete und wenig beachtete Quellen zur Geschichte des Taufsymbols und der Glaubensregel (2e livr.), in-8°, 1869.

Christiania. *Institut météorologique.* — Norsk meteorologisk Aarbog for 1868, in-4°, Christiania, 1869.

Christiania. *Société des sciences.* — Forhandlinger i Videnskabs Selskabet i Christiania, aar 1868, in-8°, Christiania, 1869.

Christiania. *Société physiographique.* — Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, T. XVI (nos 1 à 4), in-8°, Christiania, 1869.

Christiania. *Congrès des naturalistes scandinaves.* — Forhandlinger ved de skandinaviske naturforskeres tiende möde i Christiania 1868, in-8°, Christiania, 1868.

Drontheim. *Société Royale des sciences.* — Det Kongelige norske Videnskabers-Selskabs Skrifter i det 19de Aarhundrede, T. V (2e livr.), in-8°, Throndhjem, 1868.

Stockholm. *Académie Royale des sciences.* — Kongliga svenska Vetenskaps-Akademiens handlingar, nouv. série, T. V (2e partie); T. VI (1re et 2e part.); T. VII (1re part.), in-4°, Stockholm, 1864-67. — Ofversigt af kongl. Vetenskaps-Akademiens förhandlingar, 22e à 25e années, in-8°, 1865-1868. — Lefnadsteckningar öfver kongl. svenska Vetenskaps-Akademiens efter ar 1854 aflidna Ledamöter, T. I (1re partie), in-8°, 1869. — Die Thierarten des Aristoteles, in-8°, 1863. — Conspectus avium picinarum, in-8°, 1866. — Hemiptera africana, T. I à IV, in-8°, 1864-66.

## Danemark.

COPENHAGUE. *Société Royale des sciences.* — Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, 5e série : Naturvidenskabelig og mathematisk Afdeling, T. VIII (nos 2 à 5), in-4°, Copenhague, 1869. — Oversigt over het Kongelige danske Videnskabernes Selskabs forhandlinger, 1867 (nc 7); 1868 (nos 3 à 5); 1869 (nos 1 et 2), in-8°.

COPENHAGUE. *Société d'histoire naturelle.* — Videnskabelige meddelelser fra den naturhistoriske forening i Kjöbenhavn, années 1866 et 1867, T. VIII et IX, in-8°, Copenhague, 1867-68.

COPENHAGUE. *Société botanique.* — Botanisk Tidsskrift udgivet af den Botaniske Forening i Kjöbenhavn, T. III (no 1), in-8°, Copenhague, 1869.

## Russie.

HELSINGFORS. *Société finlandaise des sciences.* — Öfversigt af finska vetenskaps-societetens förhandlingar, T. IX à XI, in-8°, Helsingfors, 1867-69. — Bidrag till kännedom af Finlands Natur och Folk, livr. XI à XIV, in-8°, 1868-69. — Gedächtnissrede auf Alexander von Nordmann, in-8°, 1868.

HELSINGFORS. *Société d'histoire naturelle.* — Notiser ur Sällskapets pro fauna et flora fennica förhandlingar, T. X, in-8°, Helsingfors, 1869.

MOSCOU. *Société Impériale des naturalistes.* — Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou, année 1868 (nos 3 et 4), in-8°, Moscou, 1869.

RIGA. *Société des sciences naturelles.* — Correspondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga, 17e année, in-8°, Riga, 1869.

ST-PÉTERSBOURG. *Académie Impériale des sciences.* — Mémoires de l'Académie Impériale des sciences de St-Pétersbourg, 7e série, T. XII (livr. 4 et 5); T. XIII (livr. 1 à 8); T. XIV (livr. 1 à 7), in-4°, St-Pétersbourg, 1868-69. — Bulletin de l'Académie Impériale des sciences de St-Pétersbourg, T. XIII (nos 4 et 5); T. XIV (nos 1 à 3), in-4°, 1868-69.

St-Pétersbourg. *Observatoire physique.* — Annales de l'Observatoire physique central de Russie, année 1865, in-4°, St-Pétersbourg, 1869. — Repertorium für Meteorologie, T. I (n° 1), in-4°, 1869. — Compte-rendu annuel du directeur de l'Observatoire, années 1850, 1851, 1852, 1856, in-4°. — Considérations sur la prévision des tempêtes, in-4°, 1864. — Vorschläge betreffend die Reorganisation des meteorologischen Beobachtungssystemes in Russland, in-8°, 1869.

St-Petersbourg. *Société Impériale Russe de géographie.* — Ottschett imperatorskago rousskago geographitscheskago obstschetva za 1868 god, in-8°, St-Pétersbourg, 1869.

St-Pétersbourg. *Jardin Impérial de Botanique.* — Sertum petropolitanum, seu icones et descriptiones plantarum quæ in horto botanico imperiali petropolitano florucrunt, fasc. III et IV, in-f°, St-Pétersbourg, 1869.

## Allemagne.

*Académie Impériale Léopoldino-Caroline des Curieux de la Nature.* — Miscellanea curiosa physico-medica Academiæ Naturæ Curiosorum, 1ª decuria, T. I à X, 1670-1680; 2ª decuria, T. I à X, 1683-1692; 3ª decuria, T. I à X, 1694-1706; Indices generales decur. I-III, 1695-1713 (32 vol. in-4°). — Ephemerides, centur. I à X, 1712-1722; Synopsis Ephemeridum ab anno 1670 usque ad annum 1722 publicatarum, in-4°, 1739 (11 vol. in-4°). — Acta physico-medica, T. I à X, 1727-1754 (10 vol. in-4°). — Nova acta Academiæ cæsareæ Leopoldino-Carolinæ Naturæ Curiosorum, T. I à VIII, 1757-1794; T. XI (1re et 2e part.), 1823; T. XIII (2e part.), 1827; T. XIV (suppl.), 1829; T. XV (suppl.), 1831; T. XVI (2e part. et suppl.), 1833-34; T. XVII (1re et 2e part.), 1835; T. XVIII (1re part. et 1er suppl.), 1836-41; T. XIX (2e part. et 1er suppl.), 1842-43.

Altenbourg. *Société des sciences naturelles.* — Mittheilungen aus dem Osterlande, T. I (nos 2 à 4), in-8°, Altenbourg, 1837; T. II à XII, in-8°, 1838-54; T. XVII (nos 3 et 4), 1866; T. XVIII (nos 3 et 4), 1868; T. XIX (nos 1 et 2), in-8°, 1869.

Augsbourg. *Société d'histoire naturelle.* — Berichte des naturhistorischen Vereins in Augsburg, II, in-4°, 1849; XX, in-8°, 1869.

Berlin. *Académie Royale des sciences.* — Monatsbericht der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften, 1869 (avril à septembre); 1870 (janvier à mai), in-8°, Berlin.

Berlin. *Société des sciences naturelles.* — Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin in Jahre 1869, in-4°, Berlin, 1870.

Berlin. *Société géologique.* — Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, T. XXI (nos 2 à 4); T. XXII (nos 1 et 2), in-8°, Berlin, 1869-70.

Berlin. *Société de Géographie.* — Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, T. V (nos 1 à 3), in 8°, Berlin, 1870.

Berlin. *Société d'horticulture.* — Wochenschrift des Vereins zur Beförderung des Gartenbaues in den königlich preussischen Staaten für Gartnerei und Pflanzenkunde, année 1869 (nos 24 à 52); année 1870 (nos 1 à 29), in-4°, Berlin.

Bonn. *Société des sciences naturelles.* — Verhandlungen des naturhistorischen Vereines des preussischen Rheinlande und Westphaliens, T. XI (no 4), XII, XIV (no 2), XVI, XXV, in-8°, Bonn, 1854-1868.

Brême. *Société des sciences naturelles.* — Abhandlungen herausgegeben vom naturwissenschaftlichen Vereine zu Bremen, T. II (nos 1 et 2), in-8°, Brême, 1869-70.

Breslau. *Société Silésienne des sciences.* — Abhandlungen der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. Abtheilung für Naturwissenschaften und Medicin, 1868-69, in-8°; Philosophisch-historische Abtheilung, 1868 (no 2), 1869, in-8°. — Sechsundvierzigster Jahresbericht der schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur, 1868, in-8°, Breslau, 1869. — Die fossilen Fauna der silurischen Diluvial-Geschiebe von Sadowitz bei Oelz in Nieder-Schlesien, in-4°, 1861.

Danzig. *Société des sciences naturelles.* — Schriften der naturforchenden Gesellschaft in Danzig, nouv. série, T. I (nos 3 et 4); II (nos 1 et 2), in-8°, Dantsick, 1866-69.

Darmstadt. *Société de géographie.* — Notizblatt des Vereins für Erdkunde, 3e série, nos 73 à 84, in-8°, Darmstadt, 1868. — Versuch einer Statistik des Grossherzogthums Hessen auf Grundlage der Bodenbeschaffenheit, in-8°, Darmstadt, 1868.

Dresde. *Société des sciences naturelles et médicales.* — Sitzungsberichte der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Dresden, année 1868-69 (n° 2), in-8°, Dresde, 1869.

Emden. *Société des sciences naturelles.* — Vierundfunfzigster Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft in Emden, in-8°, Emden, 1869. — Funfundfunfzigster Jahresbericht, in-8°, 1870. — Kleine Schriften, fasc. XIV, in-4°, 1869.

Francfort. *Société des sciences naturelles.* — Bericht über die Senekenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt-am-Main von Juni 1868 bis Juni 1869, in-8°, Francfort, 1869. — Abhandlungen, T. VII (nos 1 et 2), in-8°, 1869.

Francfort. *Société zoologique.* — Der zoologische Garten, Zeitschrift für Beobachtung, Pflege und Zucht der Thiere, 10e année (nos 7 à 12), in-8°, Francfort, 1869.

Fribourg. *Société des sciences naturelles.* — Berichte über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg-i. Brisgau, T. IV (n° 4); T. V (nos 1 et 2), in-8°, Fribourg, 1867-69.

Giessen. *Société des sciences naturelles et médicales.* — Elfter Bericht der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, in-8°, Giessen, 1865.

Gœrlitz. *Société des sciences de la Haute Lusace.* — Neues Lausitzisches Magazin, T. XLV (n° 2), XLVI (nos 1 et 2), XLVII (n° 1), in-8°, Gœrlitz, 1869-70.

Goettingue. *Société Royale des sciences.* — Nachrichten von der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-Augusts-Universität, années 1868 et 1869, in-8°.

Greifswald. *Société des sciences naturelles.* — Mittheilungen aus dem naturwissenschaftlichen Vereine von Neu-Vorpommern und Rügen, 1re année, in-8°, Berlin, 1869.

Halle. *Société des sciences naturelles.* — Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle, T. XI (1re livr.), in-8°, Halle, 1869.

Halle. *Société des sciences naturelles pour la Saxe et la Thuringe.* — Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften, herausgegeben von der naturwissenschaftlichen Vereine für Sachsen und Thüringen, T. XXIX à XXXIV, in-8°, Berlin, 1867-69.

Hambourg. *Société des sciences naturelles.* — Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften, herausgegeben von dem naturwissenschaftlichen Verein in Hamburg, T. I, IV (nos 3 et 4), V (no 1), in-4°, Hambourg, 1846-66.

Hanovre. *Société d'histoire naturelle* — Achtzehnter und neunzehnter Jahresbericht der naturhistorischen Gesellschaft in Hannover, in-4°, Hanovre, 1869.

Heidelberg. *Société des sciences naturelles et médicales.* — Verhandlungen des naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg, T. V (nos 2 et 3), in-8°, Heidelberg, 1869.

Kiel. *Université.* — Schriften der Universität zu Kiel aus dem Jahre 1868, T. XV, in-4°, Kiel, 1869.

Leipsick. Acta eruditorum Lipsiensia, années 1682 à 1731 ; et Supplementa, T. I à X, 1692-1734. — Nova acta, années 1732 à 1761; Supplementa, T. I à VIII, 1735-57. — Indices generales, T. I à VI, 1693-1743, (104 vol.) in-4°, Leipzig.

Leipsick. *Société Royale des sciences.* — Abhandlungen der königlich-sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig, mathematisch-physikalische Classe, T. IX (livr. 2 et 3), in-8°, Leipsig, 1869. — Berichte über die Verhandlungen, années 1867 (nos 3 et 4), 1868 (nos 1 à 3), 1869 (no 1), in-8°, Leipsick.

Leipsick. *Société de Jablonowski.* — Preisschriften gekrönnt und herausgegeben von der fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft zu Leipzig, fasc. XVI, in-4°, Leipzig, 1870.

Mannheim. *Société des sciences naturelles.* — Jahresberichte des Mannheimer Vereines für Naturkunde, VI à VIII, X, XI, XXXVIII, in-8°, Mannheim, 1839-69.

Munich. *Académie Royale des sciences.* — Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der königlich Bayerischen Academie der Wissenschaften, T. VI, VII, X (no 2), in-4°, Munich, 1851-68. — Sitzungsberichte, 1864, I (no 3); 1869, I (nos 3 et 4), II (nos 1 à 3), in-8°, Munich. — Almanach für das Jahr 1867, in-16.

Munich. *Observatoire.* — Annalen der königlichen Sternwarte bei München, T. XVII, in-8°, Munich, 1869. — Supplementbande zu den Annalen der Münchener Sternwarte, T. VI à IX, in-8°, Munich, 1868-69.

Ratisbonne. *Société de zoologie et de minéralogie.* — Correspondenzblatt des zoologisch-mineralogischen Vereines in Regensburg, 23e année, in-8°, Ratisbonne, 1869.

Wurzbourg. *Société de physique et médecine.* — Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Würzburg, T. I (n° 4), in-8°, Würzbourg, 1869. — Verzeichniss der Bibliothek, in-8°, 1869.

## Autriche-Hongrie.

Brunn. *Société Impériale et Royale des sciences de Moravie et Silésie.* — Mittheilungen der kaiserlich-königlichen mährisch-schlesischen Gesellschaft zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde in Brünn, in-4°, Brunn, 1869. — Notizenblatt der historisch-statitischen Section, in-4°, 1869.

Gratz. *Société des sciences naturelles de Styrie.* — Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, T. I (n° 5), II (n° 1), in-8°, Grätz, 1868-69.

Pesth. *Académie Hongroise des sciences.* — A Magyar tudos tarsasag evkönyvei, T. II à VIII, XI (n° 1), in-4°, Bude et Pesth, 1835-64. — A Magyar Akademiai Ertesitö, année 1859 (nos 1 à 5), in-8°, 1859-61; T. III (n° 3), IV (nos 1 à 3), V (nos 1 à 2), in-8°, 1863-65. — A Magyar tudomanyos Akademiai Jegyzökonyvei, T. I, II (nos 1 et 2), III (nos 1 et 2), in-8°, 1864-65. — A Magyar tudomanyos akademiai Almanach, années 1864, 1865, 1866, in-8°. — Mathematikai és természettudomanyi Közlemények, T. III, in-8°, 1865. — Természettudomanyi Palyamunkak, IV, in-8°, 1858. — Petényi Salamon Janos hatrahagyott munkai, 1re livr., in-8°, 1864. — Uj Modszer, in-8°, Pesth, 1858.

Prague. *Société Royale des sciences de Bohême.* — Abhandlungen der königlich böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, 6e série, T. II et III, in-4°, Prague, 1869-70. — Sitzungsberichte, année 1868 (nos 1 et 2), 1869 (nos 1 et 2).

in-8o. — Repertorium sämmtlicher Schriften der kön. böhm Gesellschaft der Wissenschaften vom Jahre 1769 bis 1868, in-8°, Prague, 1869.

VIENNE. *Académie Impériale des sciences.* — Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften: Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe: 1re section, T. LVIII (nos 1 à 5), LIX (nos 1 à 5), LX (nos 1 et 2); 2e section, T. LVIII (nos 1 à 5), LIX (nos 1 à 5), LX (nos 1 et 2), in-8°, Vienne, 1868-69. — Anzeiger der k. Akad. der Wissenschaften, 6e année (nos 14 à 28); 7e année (nos 1 à 20), in-8°, 1869-70.

VIENNE. *Société Impériale de zoologie et de botanique.* — Verhandlungen der kais.-kön. zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien, T. XIX, in-8°, Vienne, 1869. — Commelinaceæ indicæ, imprimis Archipelagi indici, in-8°, Vienne, 1870.

VIENNE. *Institut Impérial géologique d'Autriche.* — Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt, T. XIX (nos 2 à 4), XX (n° 1), in-4°, Vienne, 1869-70. — Verhandlungen, année 1869 (nos 6 à 18); année 1870 (nos 1 à 5), in-4o, Vienne.

VIENNE. *Société Impériale et Royale de géographie.* — Mittheilungen der kaiserlich-königlichen geographischen Gesellschaft, T. X et XII, in-4°, Vienne, 1869.

## Suisse.

COIRE. *Société des sciences naturelles.* — Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graübundens, 14e année, in-8°, Chur, 1869.

GENÈVE. *Société de physique et d'histoire naturelle.* — Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, T. XX (1re partie), in-4°, Genève, 1869.

LAUSANNE. *Société des sciences naturelles.* — Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, n° 62, in-8°, Lausanne, 1869.

NEUFCHATEL. *Société des sciences naturelles.* — Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neufchâtel, T. VIII (n°2), in-8°, Neufchâtel, 1869.

## Italie.

Bologne. *Académie des sciences.* — De Bononiensi scientiarum et artium Instituto atque Academia Commentarii, T. I à VII, in-4°, Bologne, 1731-1791. — Opuscoli scientifici, T. I à IV, in-4°, 1817-1823. — Novi Commentarii Academiæ scientiarum Instituti Bononiensis, T. I à X, in-4°, 1834-1849. — Memorie dell' Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna, T. VII et VIII, in-4°, 1868-69. — Rendiconto delle sessioni dell' Accademia, années 1867-68 et 1868-69, in-8°, Bologne.

Florence. *Société italienne des sciences.* — Memorie della Società italiana delle scienze, 3e série, T. I (1re partie), in-4°, Florence, 1867.

Florence. *Comité Royal géologique d'Italie.* — Reale Comitato geologico d'Italia. Bullettino (nos 1 à 6), in-8°, Florence, 1870.

Florence. *Société Italienne de géographie.* — Bollettino della Società geographica italiana, I à V (n° 1), in-8°, Florence, 1868-70.

Gênes. *Université Royale.* — Atti della Reale Università di Genova, T. I, in-8°, Gênes, 1869.

Lucques. *Académie Royale des sciences et lettres.* — Memorie e documenti per servire all' istoria della città e stato di Lucca, T. III (2e partie), V (part. 1 à 3), IX, X et XI, in-4°, Lucques, 1817-1860.

Milan. *Institut Royal des sciences et lettres.* — Memorie del Reale Istituto Lombardo di scienze e lettere, Classe di scienze mathematiche e naturali, T. IX (fasc. 1 à 3) ; X (fasc. 3) ; XI (fasc. 1 et 2), in-4°, Milan, 1862-69. — Rendiconti, 2e série, T. I (nos 11 à 16, 18 à 20) ; II (nos 1 à 16), in-8°, 1868-1869. — Solenni adunanze, T. I (nos 1, 2, 5), in-8°, 1864-68. — Annuario 1868, in-16.

Milan. *Société des sciences naturelles.* — Atti della Società italiana di scienze naturali, T. XI (nos 2 à 4) ; T. XII (nos 1 et 2), in-8°, Milan, 1868-69.

Modène. *Académie Royale des sciences, lettres et arts.* — Memorie della Reale Accademia di scienze, lettere ed arti, T. IX, in-4°, Modène, 1868.

MODÈNE. *Société des naturalistes.* — Annuario della Società dei Naturalisti in Modena, 4e année, in-8°, Modène, 1869. — Rendiconti delle adunanze, n° 1, in-8°, 1869.

MONCALIERI. *Observatoire.* — Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del Reale Collegio Carlo Alberto in Moncalieri, con corrispondenza dell' Osservatorio del Seminario di Alessandria, T. IV (nos 5 à 12) : V (nos 1 à 5), in-4°, Turin, 1869-70.

NAPLES. *Académie des sciences morales et politiques.* — Società Reale di Napoli. Rendiconto delle tornate e dei lavori dell' Accademia di scienze morali e politiche, 8e année (Janvier à décembre 1869) ; 9e année (Janvier à mars 1870), in-8°, Naples, 1869-70. — Atti dell' Accademia di scienze morali e politiche, T. IV, in-4°, Naples, 1869.

PALERME. *Société d'acclimatation.* — Atti della Società di acclimazione e di agricoltura in Sicilia, T. IX (nos 1 à 12), X (nos 1 à 3), in-8°, Palerme, 1870.

PALERME. *Conseil de perfectionnement.* — Giornale di scienze naturali ed economiche, pubblicato per cura del Consiglio di perfezionamento annesso al R. Istituto tecnico di Palermo, T. III (nos 1 à 3), IV (n° 4), V (nos 1 à 4), in-4°, Palerme, 1868-69.

PESARO. *Académie agricole.* — Esercitazioni dell' Accademia agraria di Pesaro, 11e année (1er sem.) 1848 : 13e année (2e sem.) 1869, in-8°, Pesaro.

ROME. *Académie pontificale des sciences.* — Atti dell' Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei, T. II, 1849 ; XX (fasc. 1 à 3), 1867-68 ; XXI (nos 1 à 4), 1868, in-4°, Rome.

VENISE. *Institut vénitien des lettres, sciences et arts.* — Memorie del Regio Istituto veneto di scienze, lettere ed arti, T. XIV (fasc 2 et 3), in-4°, Venise, 1869-70. — Atti delle adunanze, T. XIV (nos 5 à 10); XV (nos 2 à 7, 9), in-8°, Venise, 1869-70.

## Espagne.

MADRID. *Observatoire.* — Anuario del Observatorio de Madrid, Ano IX, in-8°, Madrid, 1868.

## Asie.

Batavia. *Société Royale des sciences naturelles.* — Natuurkundig Tydschrift voor Nederlandsch Indië, T. XXX (nos 3 à 6), in-8°, Batavia, 1868.

Calcutta. *Société asiatique du Bengale.* — Journal of the asiatic Society of Bengal, nos 147 à 150, 152, 154, in-8°, Calcutta, 1868-69. — Proceedings, 1869 (nos 4 et 5), in-8°.

## Amérique du Nord.

Augusta. *Pêcheries de l'Etat du Maine.* — Report of the Commissioners of fisheries of the State of Maine for the years 1867 and 1868, in 8°, Augusta, 1869.

Boston. *Académie des arts et sciences.* — Proceedings of the american Academy of arts and sciences, T. VII, in-8°. Boston, 1868.

Boston. *Société d'histoire naturelle.* — Proceedings of the Boston Society of natural history, T. XII (fes 1 à 17), in-8°, Boston, 1868. — Memoirs read before the Boston Society of natural history, T. I (n° 4), in-4°, 1869. — Occasional papers of the Boston Society of natural history, T. I, in-8°, 1869.

Cambridge. *Musée de zoologie comparée.* — Bulletin of the Museum of comparative zoology, n° 7, in-8°, Boston, 1868. — Annual report of trustees of the Museum of comparative zoology, at Harvard College, Cambridge, together with the report of the director, 1868, in-8°, 1869. — List of american fossils which can be furnished in exchange by the Museum of comparative zoology, in-8°, 1869.

New-York. *Lycée d'histoire naturelle.* — Annals of the Lyceum of natural history of New-York, T. IX (nos 1 à 4), in-8°, New-York, 1868.

New-York. *Musée d'histoire naturelle.* — First annual report of the american Museum of natural history, in-8°, New-York, 1870.

Philadelphie. *Académie des sciences naturelles.* — Journal of the Academy of natural sciences of Philadelphia, T. VI (3e part.), in-f°, Philadelphia, 1869. — Proceedings, année 1868 (nos 1 à 6), in-8°, 1868.

PORTLAND. *Société d'histoire naturelle.* — Proceedings of the Portland Society of natural history, T. I (nos 1 et 2), in-8°. Portland, 1862-69.

SALEM. *Institut d'Essex.* — Proceedings of the Essex Institute, T. V (nos 5 à 8), in-8°. Salem, 1868.

SAN-FRANCISCO. *Académie des sciences.* — Proceedings of the California Academy of sciences, T. IV (n° 1), in-8o, San-Francisco, 1869.

WASHINGTON. *Institution Smithsonienne.* — Annual report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution for 1867, in-8o, Washington, 1868.

WASHINGTON. *Bureau des Patentes.* — Annual report of the Commissioner of Patents for the year 1867, T. I à IV, in-8°, Washington, 1868.

### Amérique du Sud.

BUENOS-AYRES. *Musée public.* — Anales del Museo publico de Buenos-Aires, livr. VI et VII, in-4o, Buenos-Ayres, 1869-70.

CARACAS. *Société des sciences physiques et naturelles.* — Vargasia. Boletin de la Sociedad de Ciencias fisicas y naturales de Caracas, n° 7, in-8°, Caracas, 1870.

## § 3. *Ouvrages divers.*

Les noms des membres de la Société sont précédés d'une astérique*.

* AOUST (l'abbé). — Analyse infinitésimale des courbes sur une surface quelconque, in-8°, Paris, 1869.

* ARDISSONE (Franc.). — Enumerazione delle alghe di Sicilia, in-8°, Gênes, 1864. — Appendice all' Enumerazione delle alghe di Sicilia, in-8°. — Prospetto delle Ceramiee italiche. in-f°, Pesaro, 1867. — Studi sulle alghe italiche, Ordine delle Crittonemee, in-8°, Florence, 1867.

* ARNAULT (J. C.). — Le guide du calculateur de nuit pour déterminer la position du bâtiment à la mer, in-8°, Cherbourg, 1869.

BAIL. — Ueber die Hauptgebiete seiner entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten, in-8°. Dresde, 1867.

* Barboza du Bocage. — Aves das possessões portuguezas d'Africa occidental que existem no Museu de Lisboa, 4e liste, in-8°, Lisbonne, 1870.

* Bentham (G.). — Address of the President to the Linnean Society of London, in-8°, Londres, 1869.

* Bertin (Emile). — Des actions possessoires. Thèse, in-8°, Caen, 1860. — Etude sur la houle et le roulis, in-8°, Cherbourg, 1869.

Bischoff (Ch. L. W.). — Ueber die Brauchbarkeit der in verschiedenen europäischen Staaten veröffentlichten Resultate des Recrutirungs-Geschäftes, in-8°, Munich, 1867.

Blanche et Malbranche. — Catalogue des plantes cellulaires de la Seine-Inférieure, in-8°, Rouen, 1864.

* Blaserna(Pietro). — Sullo sviluppo e la durata delle correnti d'induzione e delle estracorrenti, in-4°, Palerme, 1870.

* Bommer (J. E.). — Les platanes et leur culture, in-8°, Bruxelles, 1869.

Bonizzi (Paolo). — Prospetto sistematico e catalogo dei pesci del Modenese, in-8°, Modène, 1869.

* Brassac. — Essai sur l'Elephantiasis des grecs; lèpre phymatode et aphymatode, in-8°, Paris, 1863. — Une mission à Cumana. Résultats obtenus dans le traitement de la lèpre grecque par le Dr Beauperthuy, in-8°, Basse-Terre, 1869.

Buhl. — Ueber die Stellung und Bedeutung der pathologischen Anatomie, in-4°, Munich, 1863.

* Burmeister. — Anales del Museo publico de Buenos Aires, 6e et 7e livr., in-4°, Buenos-Ayres, 1869-70.

Caspari (C. P.). — Ungedruckte, unbeachtete und wenig beachtete Quellen zur Geschichte des Taufsymbols und der Glaubensregel, 2e mémoire, in-8°, Christiania, 1869.

* Chabirand. — Etude sur l'éclipse totale de soleil du 18 Août 1868, suivie de l'exposé d'une théorie nouvelle sur la constitution physique du soleil, in-8°, Paris, 1869.

Chervin. — Du bégaiement considéré comme vice de prononciation, in-8°, Paris, 1867.

Ciofalo (Saverio). — Descrizione dei fossili di Termini-Imerese e suoi dintorni, in-8°, Termini-Imerese, 1869.

* Clos. — Monographie de la préfoliation dans ses rapports avec les divers degrés de la classification, in-8°, Toulouse, 1870.

* Corenwinder. — L'arachide, son fruit, l'huile et le tourteau qu'on en retire, in-8°, Lille, 1867.

Courtois. — Voir Lejeune.

* Crouan (L. et H.). — Florule du Finistère, in-4°, Paris, 1867.

* Dausse. — Nouvelle note sur les terrasses alluviales, in-8°, Paris, 1868.

* De Notaris. — Epilogo della Briologia italiana, in-8°, Gênes, 1869.

* Denza (Franc.) — Le aurore polari del 1869 ed i fenomeni cosmici che le accompagnarono, in-16, Turin, 1869.

* Des Moulins (Charles). — Sur les epines des Echinocidarites, in-8°, Bordeaux, 1869. — Spécification et noms légitimes de six Echinolampes, in-8°, Bordeaux, 1870. — Note bibliographique sur les pucerons, in-8°, Bordeaux, 1869.

Durand. — Arbres fruitiers, arbres d'ornement, arbustes et rosiers cultivés chez Durand, à Bourg-la-Reine, in-8°, Paris, 1869.

Engelhardt (Hermann). — Flora der Braunkohlenformation in Königreich Sachsen, in-4°, Leipzig, 1870.

Farkas-Vukotinovic. — Voir Schlosser.

* Fizeau (H.). — Tableau des dilatations par la chaleur de divers corps simples métalliques ou non métalliques, et de quelques composés hydrogénés du carbone, in-4°, Paris, 1869.

* Frauenfeld (Georg von). — Zoologische Miscellen, n° 16, in-8°, Vienne. — Beiträge zur Fauna der Nicobaren, no 3, in-8°, 1869. — Ueber den Artnamen von Aphanapteryx, in-8°, 1869. — Ueber einige Pflanzenverwüster des Jahres 1869, in-8°, 1869. — Vorläufige Mittheilung betreffend die Arbeit über die Familie der Psyllen, in-8°, 1869.

* Garbiglietti (Antonio). — Catalogo delle principali specie di Funghi crescenti nei contorni di Torino, in-4°, Turin, 1867. — Catalogus methodicus et synonymicus Hemipterorum heteropterorum Italiæ indigenarum, in-8°, Florence, 1869. — Sopra alcuni recenti scritti di Cranologia etnografica de' dottori Giustiniano Nicolucci e Bernardo Davis, in-8°, Turin, 1866. — Intorno all' opuscolo del dott. G. Bern. Davis intitolato Dutch anthropology, in-8°, Turin,

1866. — Intorno all'opera dei Dottori G. Bern. Davis e J. Thurnam intitolota : Crania britannica, in-8°, Turin, 1869. — Sull' anthropologia della Grecia, memoria del dottore Ginst. Nicolucci, in-8°, Turin, 1868. — Sopra il cranio ed encefalo di un idiota, memoria di Paolo Gaddi, in-8°, Turin, 1868. — Il cervello di un negro della Ghinea pel Dott. Bern. Davis, in-8°, Turin, 1868. — Di una singolare e rara anomalia dell'osso jugale ossia zigomatico, in-8°, Turin, 1866.

* Garbiglietti (Antonio) et A. Moriggia. — Descrizione di un Celosoma dirino con exencefalia idrocefalica, in-8°, Turin, 1870. — Cenni istologici sul seme del Solanum lycopersicum, in-8°, Milan, 1868.

Germer-Durand. — Dictionnaire topographique du département du Gard, in-4°, Paris, 1868.

* Godey. — Quelques observations sur les lichens de la Basse-Normandie, in-8°, Caen, 1870.

* Godron. — Histoire des Ægilops hybrides, in-8°, Nancy, 1870.

* Guichenot. — Notice sur quelques poissons inédits de Madagascar et de la Chine, in-4°, Paris.

Haeckel (Ernst). — Zur Entwickelungsgeschichte der Siphonophoren, in-4°, Utrecht, 1869.

Harris. — Voir Scudder.

Hasskarl. — Commelinaceæ indicæ, imprimis Archipelagi indici, in-8°, Vienne, 1870.

* Helmersen (G. von). — Ueber devonische Steinkohle in Malöwska, in-8°, St-Petersbourg, 1868.

* Hind. — Path of the total phase of the solar eclipse december 21-22, 1870, in-8°, Londres, 1870.

Hjelt (Otto). — Gedächtnissrede auf Alexander von Nordmann, in-8°, Helsingfors, 1868.

* Jouan (Henri). — Notes de voyage sur Aden, Pointe de Galles, Singapore, Tchéfou, in-8°, Cherbourg, 1870.

Kiaer (A. N.). — Bibliographie statistique du Royaume de Norwège pour les années 1850-1869, in-4°, Christiania, 1869. — Rapport au congrès international de statistique à la Haye sur l'état de la statistique officielle du Royaume de Norwège, in-8°, Christiania, 1869.

* Kirschbaum (C. L.). — Die Cicadinen der Gegend von Wiesbaden und Frankfurt a. M., nebst eine Anzahl neuer oder schwer zu unterscheidender Arten aus anderen Gegenden Europa's, in-8o, Wiesbaden, 1868.

* Kny (Léopold). — Ueber den Bau und die Entwickelung des Farns-Antheridiums, in-8°, Berlin, 1869.

* Kupffer (A. T.). — Résumés des observations météorologiques, in-4°, St-Petersbourg, 1846. — Compte-rendus annuels, années 1850, 1851, 1852, 1856, in-4°, St-Petersbourg, 1851-57.

* Lamont (J. von). — Monatliche und jährliche Resultate der an der königlichen Sternwarte bei München von 1857 bis 1866 angestellten meteorologischen Beobachtungen, in-8°, Munich, 1868. — Beobachtungen des meteorologischen Observatoriums auf dem Hohenpreissenberg von 1851-1854, in-8°, 1868. — Verzeichniss von 6323 telescopischen Sternen zwischen + 3° und + 9° Declination, in-8°, 1869.

* Lange (Joh.). — Oversigt over de i aarene 1867-68 i Danmark iagttane sjeldne eller for den danske Flore nye arter, in-8°, Copenhague, 1869.

* Lea (Isaac). — Observations on the genus Unio, T. XII, in-f°, Philadelphie, 1868. — Description of twelve new species of Unionidæ, in-8o, Philadelphie, 1868.

* Le Canu (L. R.). — Nouvelles études sur les raisins, leurs produits et la vinification, in-8°, Paris, 1870.

* Lecoq (Henri). — Etudes sur la géographie botanique de l'Europe et en particulier sur la végétation du plateau central de la France, T. I à IX, in-8°, Paris, 1854-58.

Le Gentil. — Voyage dans les mers de l'Inde, fait par ordre du Roi à l'occasion du passage de Vénus sur le disque du soleil, le 6 juin 1761 et le 3 du même mois 1769, T. I et II, in-4°, Paris, 1779-81.

Lejeune et Courtois. — Compendium floræ belgicæ, T. I à III, in-8°, Louvain et Verviers, 1828-36.

* Liebig (Justus von). — Induction und Deduction, in-8o, Munich, 1865.

Ludwig (Rudolph). — Versuch einer Statistik des Grossherzogthums Hessen auf Grundlage der Bodenbeschaffenheit, in-8°, Darmstadt, 1868.

* Malbranche, voir Blanche.

Meissner (C. F.). — Denkschrift auf Carl Friedr. Phil. von Martius, in-4o, Munich, 1869.

Meyer-Ahrens et Chr. Gr. Brugger. — Die Thermen von Bormio in physikaliseh-ehemischer, therapeutischer, klimatologischer und geschichtlicher Beziehung, in-8°, Zurich, 1869.

* Mohn (H.). — Température de la mer entre l'Islande, l'Ecosse et la Norwége, in-8°, Christiania, 1870.

Moriggia, voir Garbiglietti.

* Morin (Général). — Mémoire sur l'insalubrité des poêles en fonte ou en fer exposés à atteindre la température rouge, in-8°, Paris, 1869.

* Mueller (Ferdin. de). — Fragmenta phytographiæ Australiæ, T. VI, in-8°, Melbourne, 1868.

Mueller (Ferdin.). — Considérations sur la prévision des tempêtes et spécialement sur celles du 1er au 4 décembre 1863, in-4°, St-Pétersbourg, 1869.

* Nægeli (Carl). — Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art, 2e partie, in-8°, Munich, 1865.

* Negri (Cristoforo). — Discorso tenuto nell' adunanza del 13 marzo 1870 della Società geografica italiana, in-8°, Florence, 1870. — La storia politica dell' antichità paragonata alla moderna, T. I à III, in-16, Venise, 1866-67.

Numan (A.). — Handleiding tot de inlandsche Schaaps-teelt, inzonderheid met opzigt tot verbetering der Wol, T. I et II, in-8°, Harlem, 1835-36.

* Nylander (W.) et Th. Sælan. — Herbarium Musei Fennici. Förteckning öfver finska Musei Växtsamling, in-8°, Helsingfors, 1859.

* Pasquale (G. A.). — Flora Vesuviana, o catalogo ragionato delle piante del Vesuvio confrontate con quelle dell' Isola di Capri e di altri luoghi circostanti, in-4°, Naples, 1869. — Sulla Eterofillia, in-4°, Naples, 1867. — Notizie sopra alcune piante rare che si coltivano nel R. Orto botanico di Napoli, in-4°, 1866. — Intorno la sede dell' odore della Serissa fœtida, in-4°, Naples. — Descrizione di una anomalia del Polipodio volgare, in-4°, 1866.

* Petermann (A.). — Der Golfstrom und Standpunkt der thermometrischen Kenntniss des atlantischen Oceans und Landgebiets im Jahre 1870, in-4°, Gotha, 1870.

* Prestel (M. A. F.). — Das Gesetz der Winde abgeleitet aus dem Auftreten derselben über Nordwest-Europa, in-4°, Emden, 1869.

Preudhomme de Borre (Alfred). — Description d'une nouvelle espèce américaine du genre Caïman, in-8°, Bruxelles, 1869. — Description d'un jeune individu de la Dermatemys Mawii, espèce américaine de la famille des Elodites, in-8°. — Description d'une nouvelle espèce américaine du genre Varan, in-8°, Bruxelles, 1870.

* Quenault (L.). — Les mouvements de la mer, ses invasions et ses relais, in-8°, Coutances, 1869.

Quentin (Max.). — Répertoire archéologique du dépt de l'Yonne, in-4°, Paris, 1868.

* Quételet (Ad.). — Note sur l'aurore boréale du 6 octobre et les orages de 1869, in-8°, Bruxelles, 1869. — Sur les orages observés en Belgique pendant l'année 1868 et le premier trimestre de 1869, in-8°, 1869. — Sur les étoiles filantes du mois d'août 1869 observées à Bruxelles, in-8°, 1869. — Notices sur les aurores boréales des 15 avril et 13 mai 1869 et sur le bolide observé à Bruxelles le 31 mai de la même année. — Sur les météores observés à Moncalieri. — Orages observés en Belgique en 1868 et 1869, in-8°, Bruxelles, 1869. — Notice sur le congrès statistique de Florence en 1867, in-4°, Bruxelles. — Observation des phénomènes périodiques pendant les années 1867 et 1868, in-4°.

* Ragona (Domen.). — Sulle leggi che seguono in Modena le correnti atmosferiche inferiori dedotte da un biennio di osservazioni eseguite con l'anemometrografo elettrico, in-f°, 1869. — Esposizione e discussione dei risultati del barometro registratore del R. Osservatorio di Modena per l'anno 1867, in-8°, Modène, 1869. — Descrizione dell' igrotermografo del R. Osservatorio di Modena, in-8°, 1869. — La caligine atmosferica in Luglio 1869, in-8°, 1869. — Risultati delle osservazioni sull' elettricismo atmosferico istituite nel R. Osservatorio di Modena, in-4°, Modène, 1870.

* Regel (Ed.). — Sertum petropolitanum seu icones et descriptiones plantarum quæ in horto botanico imperiali petropolitano floruerunt, fasc. 3 et 4, in-f°, St-Pétersbourg, 1869.

* Reinvillier (A.). — Empoisonnement des eaux potables par le plomb, in-8°, Paris, 1870.

Rosenzweig. — Dictionnaire topographique du dépt du Morbihan, in-4°, Paris, 1870.

Soelan. — Voir Nylander.

* Schlosser. (J. C.) et Farkas-Vukotinovic. — Flora croatica, in-8°, Agram, 1869.

Scudder (S. H.). — Entolomogical correspondance of Thaddeus William Harris, in-8°, Boston, 1869.

Sexe. (S. A.). — Boiumbræen i Juli 1868, in-4°, Christiania, 1869.

* Soubéiran (J. L.). — Pisciculture dans les Neilgherries, in-8°, Paris, 1870. — Rapport sur l'acclimatation des saumons en Tasmanie, in-8°, 1870. — Rapport sur l'ostréiculture à Arcachon et à Hayling en 1869, in-8°, 1870.

Spiegler (Gyula). — Uj Modszer, in-8°, Pesth, 1858.

Stal (Carolus). — Hemiptera africana, T. I à IV, in-8°, Stockholm, 1864-66.

Sundevall. (Carl. J.) — Die Thierarten des Aristoteles von den Klassen der Säugethiere, Vögel, Reptilien und Insekten, in-8°, Stockholm, 1863.

Synnestvedt (A. S. D.). — En anatomisk Beskrivelse af de paa over- og underextremiteterne forekommende Bursæ mucosæ, in-4°, Christiania, 1869.

Szabo (Jozsef). — Pest-Buda Környékének földtani leirasa, in-8°, Pesth, 1858.

* Thorel. — Notes médicales du voyage d'exploration du Mékong et de la Cochinchine, in-8°, Paris, 1870.

Trappen (J. E. van der) — Herbarium vivum of Verzameling van gedroogde voorbeelden van nuttige gewassen, T. I et II, in-8°, Harlem, 1839-43.

* Vallès. — Des formes imaginaires en algèbre, leur interprétation en abstrait et en concret, in-8°, Paris, 1869. — Observations sur le rapprochement théorique et pratique des formes réelles et imaginaires dans certaines recherches par approximation, in 8°. — Etudes expérimentales sur les inon

dations, in-8°. — Nouvelles études sur les inondations, in-8°, 1860. — Etudes sur les eaux de Marly et de Versailles, in-8°, 1864. — Projet d'irrigation et de dessèchement du lac de Grand-Lieu, in-8°, 1849. — Notice topographique et hydrostatique sur quelques étangs de la partie du département des Bouches-du-Rhône comprise entre la Méditerranée, l'étang de Berre et la plaine de la Crau, in-8°. — De l'aliénation des forêts aux points de vue gouvernemental, financier, climatologique et hydrologique, in-8°, 1865.

Vimercati (Guido). — Rivista scientifico-industriale del 1869, T. I, in-16, Florence, 1869.

Vogel (August). — Ueber die Entwicklung der Agriculturchemie, in-4°, Munich, 1869. — Denkrede auf Heinrich August von Vogel, in-8°, Munich, 1868.

Voit (Carl.). — Ueber die Theorien der Ernährung der thierischen Organismen, in-4°, Munich, 1868.

Weitenweber (W. Rud.). — Repertorium sämmtlicher Schriften der kön. Gesellschaft der Wissenschaften von Jahre 1769 bis 1868, in-8°, Prague, 1869.

Wild (Heinrich). — Repertorium für Meteorologie, T. I, 1re livr., in-4°, St-Petersbourg, 1869. — Vorschläge betreffend die Reorganisation der meteorologischen Beobachtungssystemes in Russland, in-8°, St-Petersbourg, 1869.

# LISTE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES NATURELLES
DE CHERBOURG.

## Bureau de la Société.

*Fondateurs.*

MM.

C^te^ Th. Du MONCEL, O ✻, directeur honoraire.
D^r^ Aug. LE JOLIS, ❦, archiviste-perpétuel.
Emm. LIAIS, ✻, secrétaire-perpétuel.

*Bureau pour 1870.*

GEUFROY, ✻, président.
D^r^ LEGARD-LAFOSSE, vice-président.
BERTIN, ✻, ❦, secrétaire.
LEMOIGNE-DULONGPRÉ, trésorier.

## Membres honoraires.

C^te^ Th. Du MONCEL, O ✻, ingénieur-électricien, à Paris.
THURET (Gust.), membre de l'Institut, à Antibes.

## Membres titulaires.

1° *Section des Sciences médicales.*

D^r^ GUIFFART, directeur de la santé, à Cherbourg.
D^r^ MONNOYE, chirurgien en chef de l'hospice Napoléon.
D^r^ MONNOYE fils, à Cherbourg.
D^r^ LEGARD-LAFOSSE, à Cherbourg.
D^r^ BRASSAC, ✻, médecin principal de la marine.
D^r^ RICHAUD, O ✻, médecin en chef de la marine.
D^r^ RENAULT, à Cherbourg.
D^r^ LEFRANÇOIS, à Cherbourg.

2° *Section de zoologie, botanique et agriculture.*

A. LE JOLIS, ❦, Dr ès-sc., commandeur des ordres de St-Stanislas et d'Albert-le-Valeureux, chev. des ordres de Ste-Anne, de l'Aigle rouge, de St-Grégoire, et des Sts-Maurice et Lazare.
Cte H. DE TOCQUEVILLE, ✻, ✻, président de la société d'agriculture, membre du Conseil général de la Manche.
Dr LEBEL, à Valognes.
J. DUPREY, ❦, profr, président de la soc. d'horticulture.
H. HAMOND, consul de S. M. Britannique, chevalier de l'ordre des Guelphes.
H. DE LA CHAPELLE, commis principal des douanes.
JOSEPH-LAFOSSE, naturaliste, à St-Côme-du-Mont.
MAUGER (Jules), négociant.

3° *Section de géologie et de géographie.*

BONISSENT, membre de la société géologique de France.
H. JOUAN, O✻, ❦, capitaine de frégate.
Cte DE BÉRENGER, ancien officier de marine.
QUÉNAULT, ✻, ❦, sous-préfet de Coutances.
LEMOIGNE-DULONGPRÉ, propriétaire.
ARNAULT, ✻, lieutenant de vaisseau.
CHABIRAND, lieutenant de vaisseau.
FOURNIER, ✻, lieutenant de vaisseau.

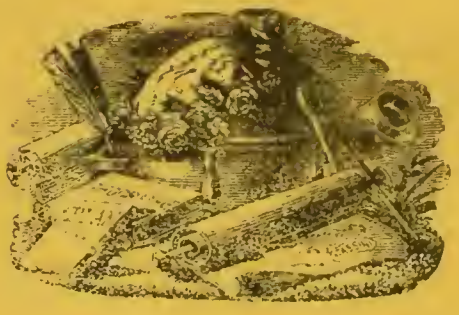
4° *Section de physique et astronomie.*

Emm. LIAIS, ✻, astronome, officier de l'ordre de la Rose.
L. L. FLEURY, physicien.
GEUFROY, ✻, architecte, chev. de l'ordre de St-Grégoire.
VIBERT, ❦, principal du collége.
JOFFRÈS, professeur de physique.
MULLER, ingénieur des ponts-et-chaussées.
BERTIN, ✻, ❦, ingénieur des constructions navales.
COURNERIE (G.), chimiste.
VASTEL (l'abbé), licencié ès-sciences.
FAUVELLE, ingénieur des constructions navales.

## Membres correspondants

NOMMÉS DEPUIS LA PUBLICATION DU XIV^e VOLUME.

ARDISSONE, prof^r de botanique, à Fano.
AOUST (l'abbé), prof^r de mathém. à la faculté de Marseille.
BLASERNA, prof^r de physique, à Palerme.
CASTRACANE (comte Francesco), botaniste, à Rome.
COCCHI, prof^r de géologie, à Florence.
DEPLANCHE, doct^r-médecin, à Alençon.
FILHOL, directeur de l'École de médecine de Toulouse.
GARBIGLIETTI, prof^r à la Faculté de médecine de Turin.
GERMAIN DE S^t-PIERRE, botaniste, à Paris.
GODEY, doct^r-médecin, à Balleroy.
GRUBE, prof^r de zoologie, à Breslau.
MARTENS (de), botaniste, à Stuttgard.
MOHN, directeur de l'Observatoire de Christiania.
NEGRI, président de la Soc. de géographie, à Florence.
PASQUALE, prof^r de botanique, à Naples.
PETERMANN, direct^r de l'Institut géographique, à Gotha.
PIRÉ, prof^r à l'Athénée Royal de Bruxelles.
SCHLOSSER, médecin en chef, à Agram.
TESSAN (de), membre de l'Institut, à Paris.
THOREL, médecin de la marine, à Paris.
VALLÈS, ingénieur en chef du dép^t de la Seine, à Paris.
VIEILLARD, conservateur du Musée, à Caen.
WORONINE, prof^r de botanique, à S^t-Pétersbourg.

# TABLE.

Etude sur la houle et le roulis, par M. E. Bertin (avec 4 planches)..... 5
Notes sur les Archipels des Comores et des Séchelles, par M. Henri Jouan..... 45
Note sur les tubercules du *Callitriche autumnalis*, par MM. Karelschtikoff et S. Rosanoff (avec une planche)..... 127
Les Lophobranches, par M. Auguste Duméril.... 137
Notes de voyage sur Aden, Pointe-de-Galles, Singapore, Tché-fou, par M. Henri Jouan..... 169
De l'influence du climat sur la croissance de quelques arbres résineux, par M. A. Békétoff (avec une carte)..... 199
Essai géologique sur le département de la Manche (Suite et fin), par M. Bonissent..... 255
Complément à l'étude sur la houle et le roulis, par M. E. Bertin..... 313
Ouvrages reçus par la Société, de Juillet 1869 à Août 1870..... 356
Liste des membres de la Société..... 384
Table des matières du XV^e^ volume..... 387